

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Врио ректора
Е.Е. Чупандина
17.01.2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ
03.04.03 РАДИОФИЗИКА
(департамент электроники, систем связи и инфокоммуникаций)**

Воронеж
2025

Программа разработана на основе ФГОС высшего образования по программе бакалавриата 03.03.03 Радиофизика.

Вступительное испытание для поступающих в магистратуру проводится в объеме Государственного экзамена по физике для бакалавров физики и по дополнительным вопросам программы бакалавриата, соответствующим выбранной программе магистерской подготовки. Вопросы контрольно-измерительного материала (КИМа) позволяют оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по выбранному направлению.

При проведении вступительных испытаний в магистратуру по направлению 03.04.03 Радиофизика возможно применение дистанционных образовательных технологий.

Номинальное время, отводимое на вступительное испытание - 120 минут.

Аннотации к программам по направлению подготовки

03.04.03 Радиофизика (очная форма обучения)

1. Наименование магистерской программы:

«Системы инфокоммуникаций и радиоэлектронной борьбы»

Руководитель магистерской программы:

д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой электроники
Усков Г.К.

Краткое описание магистерской программы:

В рамках магистерской программы осуществляется подготовка выпускников, специализирующихся в области получения, передачи, обработки и защиты информации в современных телекоммуникационных системах и обладающих глубокими знаниями фундаментальных разделов радиофизики и математического аппарата, необходимыми для решения возникающих научно-исследовательских задач. Изучаются технологии связи; цифровые системы передачи и обработки информации; программирование микроконтроллеров; адаптивные системы; системы радиоэлектронной борьбы.

Программа реализуется Передовой инженерной школой ВГУ на базе физического факультета.

2. Наименование магистерской программы:

«Физика радиосвязи и инфокоммуникационных технологий»

Руководитель магистерской программы:

д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой радиофизики Корчагин Ю.Э.

Краткое описание магистерской программы:

В рамках магистерской программы предусмотрено изучение алгоритмов обработки информации и сигналов в радиофизических информационных, метрологических и телекоммуникационных системах. Изучаются вопросы помехозащищённости и эффективности систем цифровой радиосвязи, методы обработки информации в системах беспроводной связи, нейросетевые методы обработки информации, оптимальные методы принятия решения.

Программа реализуется Передовой инженерной школой ВГУ на базе физического факультета.

Программа вступительных испытаний для поступающих

по направлению 03.04.03 Радиопизика

Основные разделы

1. , ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ, КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Составители: Аверина Л.И. – д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры электроники;
Корчагин Ю.Э. – д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой радиопизики;
Степкин В.А. – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры электроники;
Усков Г.К. – д.ф.-м.н., заведующий кафедрой электроники

Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий: наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объёме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен знать основы общей физики, должен уметь применять изученные методы решения физических задач.

Тематический план:

1. Кинематика. Радиус-вектор, скорость и ускорение. Закон движения. Законы Ньютона. Основное уравнение динамики.
2. Импульс. Закон сохранения импульса. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Работа. Энергия. Закон сохранения механической энергии.
3. Специальная теория относительности. Импульс и энергия.
4. Электрический заряд. Электрическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Электрический диполь.
5. Проводники в электростатическом поле. Электрическое поле в диэлектрике. Энергия электрического поля.
6. Постоянный электрический ток.
7. Магнитное поле в вакууме и в веществе.

8. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны.
9. Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания.
10. Колебательный контур. Свободные, затухающие и вынужденные электрические колебания

Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Иродов, И. Е.. Механика. Основные законы: [учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов] / И.Е. Иродов .— 9-е изд. — М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2007 .— 309 с. : ил., табл.
2. Иродов, И. Е.. Электромагнетизм. Основные законы: [учебное пособие для студентов физических специальностей вузов] / И. Е. Иродов .— 7-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 319 с. : ил.
3. Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы: [учебное пособие для студ вузов] / И.Е. Иродов .— 3-е изд. — М : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 .— 263 с. : ил.

Дополнительная литература:

4. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы: [учебное пособие для вузов] / И. Е. Иродов .— 3-е изд., стер. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 .— 207 с. : ил.
5. Сивухин, Д. В.. Общий курс физики: Учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов: В 5 т. / Д.В. Сивухин .— М. : ФИЗМАТЛИТ : Изд-во МФТИ, 2002 - Т.1-4.

2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ И ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Составители: Аверина Л.И. – д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры электроники;
Степкин В.А. – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры электроники

Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий: наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских)

компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объеме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен знать физику распространения электромагнитных волн, классификацию и основные свойства сред, в которых распространяются электромагнитные волны; должен уметь применять изученные методы при решении задач распространения электромагнитных волн в различных средах и условиях.

Тематический план:

1. Электромагнитные и радиоволны. Волновой процесс. Радиотрасса. Классификация радиоволн по способу распространения. Понятие множителя ослабления.
2. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды.
3. Понятие поднятой антенны (излучателя). Диаграмма направленности, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления антенны. Диаграмма направленности антенны в свободном пространстве и над поверхностью Земли.
4. Область пространства, эффективно участвующая в передаче энергии радиоволн. Зоны Френеля. Дифракция на отверстии и на краю экрана.
5. Геометрическая оптика: подход и условия применимости.
6. Распространение радиоволн над плоской поверхностью Земли (поднятые антенны и/или малые расстояния). Формула Введенского.
7. Структура поля волны в точке приема при распространении непосредственно над поверхностью Земли. Наклон фронта волны. Горизонтальные антенны.
8. Понятие прямой видимости. Расчет параметров поля волны с учетом сферичности поверхности.
9. Тропосферная рефракция: причины, виды. Радиус кривизны траектории. Расчет параметров поля радиоволны, распространяющейся в условиях рефракции. Сверхрефракция: причины, условия, в чем проявляется. Расчет параметров поля радиоволны, распространяющейся в условиях сверхрефракции.
10. Диэлектрическая проницаемость ионосферы. Причины возникновения явления преломления при распространении радиоволн в ионосфере. Условия отражения от ионизированного слоя. Фазовая и групповая скорости волны в ионосфере.
11. Многолучевость. Замирания сигнала, характеристики замираний.
12. Типы волновых уравнений. Физический смысл переменных и констант, входящих в волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.

13. Система уравнений Максвелла для напряжённости переменного электромагнитного процесса. Материальные уравнения.
14. Классификация сред с точки зрения электромагнитных свойств. Примеры разных типов сред. Параметры, определяющие электромагнитные свойства среды.
15. Плоская электромагнитная волна: определение, форма записи, основные параметры. Связь характеристик среды с параметрами волны.
16. Понятие дисперсии среды, причины её возникновения. Особенности распространения плоских волн в тропосфере, которые необходимо учитывать при проектировании каналов связи.
17. Волновой пакет: определение, форма записи, основные параметры. Распространение волнового пакета в диспергирующей среде.
18. Понятие анизотропии среды, причины её возникновения, примеры анизотропных сред. Особенности распространения волн в анизотропных средах.
19. Основная задача теории дифракции. Методы решения задач теории дифракции, области их применения, недостатки.
20. Волновой пучок: определение, форма записи, основные параметры. Изменение параметров волнового пучка при распространении.
21. Понятие нелинейной среды. Виды нелинейных эффектов. Условие фазового синхронизма.

Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Виноградова М. Б. Теория волн: Учебное пособие для студентов физических специальностей / М. Б. Виноградова, О. В. Руденко, А. П. Сухоруков. – М.: Наука, 1990. – 432 с.
2. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. Пособие для студ. радиотехн. спец. вузов / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. – 3-е изд. – М.: Наука, 1989. – 543 с.
3. Вайнштейн Л. А. Электромагнитные волны / Л. А. Вайнштейн. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1988. – 440 с
4. Долуханов М.П. Распространение радиоволн / М.П. Долуханов – М.: Связь, 1972. – 336 с.

Дополнительная литература:

5. Трубецков Д. И. Линейные колебания и волны: Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по физич. спец. / Д. Н. Трубецков, А. Г. Рожнев. – М.: Физматлит, 2001. – 415 с

6. Аверина Л. И. Распространение волн в диспергирующих средах: Учебное пособие по курсу «Физика волновых процессов». Спец.013800 – Радиофизика и электроника / Л. И. Аверина; Воронеж.гос.ун-т. – Воронеж: Б.и.,2004. – 35 с.
7. Аверина Л. И. Распространение волн в анизотропных средах: Учебное пособие по курсу «Физика волновых процессов». Спец.010801 – Радиофизика и электроника / Л. И. Аверина; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: Б.и.,2005. – 36 с.
8. Грудинская Г.П. Распространение радиоволн. Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / Г.П. Грудинская – М.: Высш. школа, 1975. – 280 с.

3. ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

Составители: Усков Г.К. – д.ф.-м.н., заведующий кафедрой электроники
Бобрешов А.М. – д.ф.-м.н., профессор-консультант кафедры электроники

Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий: наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объёме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен уметь распознавать в сложных, на первый взгляд, колебательно-волновых процессах в конкретных задачах физики или техники основные - (элементарные) колебательные явления и сводить исходную проблему к анализу этих моделей; понимать основные колебательно-волновые явления на простых моделях и системах (резонанс, устойчивость, параметрическое усиление и генерация, сохранение инвариантов, генерация гармоник и умножение частоты, самомодуляция, нелинейная трансформация волн, рождение хаоса в детерминированных системах и проч.); уметь пользоваться основными методами теории колебаний (методы фазового пространства - качественные методы на фазовой плоскости, метод точечных отображений; асимптотические методы, связанные с усреднением; методы разрывных колебаний и волн; методы, связанные с использованием ЭВМ).

Тематический план:

1. Колебательные системы и явления в природе и технике, их классификация. Обзор методов анализа линейных и нелинейных колебательных систем: аналитические, качественные и численные.
2. Фазовое пространство, фазовая точка, фазовая траектория, уравнения движения, число степеней свободы.
3. Особые точки (точки покоя), типы особых точек. Понятие фазового портрета системы на примере идеального физического маятника - колебательное и вращательное движения, особые точки, сепаратриса, бифуркация.
4. Методы построения фазовых траекторий. Метод изоклин, построение фазовых портретов идеального осциллятора, осциллятора с потерями, физического маятника с трением.
6. Устойчивость стационарных состояний линейных и нелинейных систем. Понятие устойчивости по Ляпунову. Условие устойчивости.
7. Колебания в нелинейных пассивных системах.
8. Метод медленно меняющихся амплитуд.
9. Свободные колебания осциллятора с нелинейным трением и нелинейной жесткостью: электрический контур с нелинейным сопротивлением и нелинейной емкостью - схема, уравнение движения, закон установления амплитуды, сравнение с линейным контуром. Фазовый портрет движения.
10. Вынужденные колебания осциллятора с нелинейной жесткостью при силовом воздействии: контур с нелинейной емкостью, построение резонансной кривой, влияние параметров системы на вид резонансной кривой.
11. Параметрический колебательный контур: определение, физические способы реализации. Условия возникновения параметрического резонанса в параметрическом контуре и в нелинейном контуре.
11. Автоколебательные системы. Автономные системы с одной степенью свободы. Типы автоколебательных систем. Условия самовозбуждения автогенератора. Вид аппроксимирующей функции для переходной характеристики транзистора. Фазовые портреты для мягкого и жесткого режимов возбуждения.
12. Явление синхронизации для автогенератора. Область синхронизации, параметры системы, влияющие на ширину области синхронизации. Асинхронный режим работы автогенератора.
15. Системы с двумя степенями свободы. Парциальные частоты. Двухконтурный автогенератор: условия возникновения одночастотного и двухчастотного режимов генерации. Явление захватывания частоты.

Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1988. - 390 с.
2. Капранов М.В., Кулешев В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. М.: Наука, 1984. - 319 с.

Дополнительная литература:

3. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984. - 431 с.
4. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974. - 408 с.
5. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981. - 568 с.

4. ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ, РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Составители: Парфенов В.И.. – д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры радиофизики; Корчагин Ю.Э. – д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой радиофизики.

Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий: наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объёме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен уметь применять изученные методы анализа процессов в радиотехнических цепях, должен знать основные свойства радиосигналов и методы их анализа, уметь синтезировать цифровые фильтры по заданной частотной характеристике.

Тематический план:

1. Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье и его основные свойства. Разложение периодической

функции в ряд Фурье. Тригонометрическая и экспоненциальная формы ряда Фурье. Спектральный анализ непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье Физический смысл спектральной плотности сигнала. Свойства преобразования Фурье.

2. Комплексная огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного сигнала. Виды модуляций, их спектры. Узкополосные сигналы и их аналитическое представление. Огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного радиосигнала. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта.

3. Корреляционный анализ, функция автокорреляции детерминированного сигнала, ее физический смысл.

4. Спектральный метод анализа прохождения сигналов через линейные стационарные системы. Простейшие дифференцирующие и интегрирующие цепи. Частотный коэффициент передачи линейной цепи. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Расчет выходного сигнала линейной цепи с использованием частотного (спектрального) метода анализа. Дифференцирующие и интегрирующие устройства.

5. Импульсные характеристики линейных стационарных цепей и их нахождение с помощью операторного метода. Переходная и импульсная характеристики линейной цепи. Интеграл наложения. Связь импульсной характеристики с частотным коэффициентом передачи. Преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа. Теорема разложения.

Операторный метод анализа линейных цепей.

6. Дискретное преобразование Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Дискретизация сигналов. Теорема отсчетов. Дискретизация периодических сигналов, ДПФ, БПФ, дискретная свертка. Теория z-преобразований.

7. Методы синтеза линейных цифровых фильтров. Алгоритмы линейной цифровой фильтрации, частотный коэффициент передачи, системная функция, импульсная характеристика цифрового фильтра. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Методы синтеза трансверсальных фильтров. Методы синтеза рекурсивных фильтров.

8. Согласованные фильтры. Оптимальная линейная фильтрация сигналов в приемных устройствах. Согласованный линейный фильтр. Примеры реализации согласованных фильтров.

Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 2000.

2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Дрофа, 2006.
3. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: Питер, 2003.

Дополнительная литература:

5. Электротехника и основы электроники / О.А. Антонова, О.П. Глудкин, П.Д. Давыдов и др.; Под ред. О.П. Глудкина и Б.П. Соколова. - М.: Высшая школа, 1993.
6. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы: компьютеризированный курс. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2005.
7. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов; под ред. А.А. Бритова. – М.: Бином, 2007
8. Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2008.

5. СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОФИЗИКА

Составители: Корчагин Ю.Э. – д.ф-м.н., доцент, заведующий кафедрой радиофизики

Основные знания, умения и навыки, которыми должен обладать поступающий: наличие личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций. Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области статистической физики, математики, и информатики в объёме государственных образовательных стандартов, абитуриент должен знать основные свойства случайных процессов и методы их анализа; должен уметь рассчитывать характеристики случайных процессов, производить оценку спектральных характеристик случайных сигналов.

Тематический план:

1. Случайные процессы и их вероятностное описание. Функции распределения, плотности вероятностей, характеристические функции и их свойства. Классификация случайных процессов. Моменты, кумулянты.

2. Спектрально-корреляционный анализ случайных сигналов. Корреляционная функция и её свойства. Спектральная плотность мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Время корреляции. Белый шум.
3. Гауссовские случайные процессы. Основные свойства гауссовского процесса. Гауссовский белый шум.
4. Преобразования случайных сигналов в радиотехнических устройствах. Линейные преобразования случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность на выходе линейной системы. Нелинейные преобразования случайного процесса. Плотности вероятностей на выходе нелинейных преобразователей.

Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника.— М.: Сов. радио, 1982.
2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. — М.: Сов. радио, 1966.
3. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. — М.:Наука, 1979.
4. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. — М.: Радио и связь, 2003.

Дополнительная литература:

5. Акимов П.С., Сенин А.И., Соленов В.И. Сигналы и их обработка в информационных системах. — М.: Радио и связь, 1994.
6. Куликов Е.И. Прикладной статистический анализ. — М.: Горячая линия. – Телеком, 2008.

Формат проведения вступительного испытания:

Вступительное испытание может быть пройдено как в дистанционном, так и в очном формате. Независимо от выбранного формата участие в испытании осуществляется через электронный курс, размещенный на портале «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru/>). В случае дистанционного участия каждый абитуриент в обязательном порядке проходит процедуру проктеринга. При очном участии необходимость в этой процедуре отсутствует.

Образец контрольно-измерительного материала (КИМ):

Каждый вариант контрольно-измерительного материала (КИМ) содержит 20 (двадцать) вопросов: по четыре вопроса из каждого тематического раздела.

Все вопросы предполагают множественные ответы, которые позволяют определить как уровень базовых знаний, так и оценить умение применять имеющиеся знания, логически мыслить, делать выводы.

Пример вопроса:

Отметьте подходящие варианты ответа

Для электромагнитной волны в свободном пространстве верны утверждения:

Выберите один или несколько ответов:

- Является продольной волной
- Вектор напряженности электрической составляющей поля параллелен направлению распространения
- Может испытывать рассеяние, поэтому распространяется по всем направлениям от источника
- Имеет сферический волновой фронт, если источник точечный
- Испытывает затухание, вследствие чего напряженность поля уменьшается с расстоянием
- Напряженность электрической составляющей поля волны уменьшается пропорционально расстоянию
- Распространяется прямолинейно, но только при наличии среды
- Вектор напряженности магнитной составляющей поля перпендикулярен направлению распространения
- Имеет плоский волновой фронт, если источник точечный
- Является поперечной волной

Критерии оценки качества подготовки поступающего:

Максимальная оценка вступительного испытания составляет 100 баллов.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов.

Общее количество баллов вступительного испытания состоит из суммы баллов по всем вопросам КИМа из программы вступительных испытаний. Максимально возможная оценка по каждому из вопросов составляет 5 баллов.

Для каждого тестового вопроса с множественным выбором ответа каждый правильно указанный ответ дает число баллов, равное 5, деленное на общее количество возможных правильных ответов на этот вопрос; каждый неправильный ответ дает штрафные баллы, число которых равно 5, деленное на общее количество неправильных ответов на этот вопрос.