

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2026 10:25:50
Уникальный идентификатор электронной подписи:
04c19ed8b0587300e57a480b1a070888922523



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Распространение
электромагнитных волн» по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 «Радиофизика»
направленности (профилю) «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ
ВО «ЧелГУ»

стр. 1

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Распространение электромагнитных волн**

Направление подготовки (специальность)
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Дисциплина: Распространение электромагнитных волн

Семестр: 6

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Б1.О.24 Распространение электромагнитных волн» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики. ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики. ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	Для достижения индикатора ОПК-1.1: Знать базовые понятия, полученные в области физики и радиофизики (современные теоретические представления об распространении электромагнитных волн, теоретические методы расчетов антенных систем, основы теории распространения волн в ионосфере, тропосфере и над земной поверхностью). Для достижения индикатора ОПК-1.2: Уметь решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики (рассчитывать диаграммы направленности источников и приемников излучения, использовать основные уравнения и теоремы электродинамики применительно к базовым электродинамическим параметрам, рассчитывать и анализировать характеристики электромагнитных волн, учитывая условия их распространения и возбуждения, влияние параметров среды). Для достижения индикатора ОПК-1.3: Владеть навыками использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере



			педагогической деятельности (навыками выполнения расчётов параметров электромагнитных волн, линий передачи, резонаторов, простейших излучателей и других пассивных устройств СВЧ тракта).
--	--	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы/ разделы	Код компетенции	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Основы теории переменных электромагнитных полей	ОПК-1	Собеседование и отчет по практическим работам. Реферат Тестовые задания	Вопросы к экзамену (№1-10)
2	Излучение радиоволн	ОПК-1	Собеседование и отчет по практическим работам. Реферат Тестовые задания	Вопросы к экзамену (№11-19)
3	Антенны	ОПК-1	Собеседование и отчет по практическим работам. Реферат Тестовые задания	Вопросы к экзамену (№20-22)
4	Распространение радиоволн над земной поверхностью	ОПК-1	Собеседование и отчет по практическим работам. Реферат Тестовые задания	Вопросы к экзамену (№23-26)



3.2 Содержание оценочных средств

Перечень тем практических занятий:

- 1) Аспекты планирования сотовой подвижной связи. Анализ трафика, покрытия и состав планирования (на примере стандарта GSM).
- 2) Баланс системы. Диапазоны частот GSM. Факторы бюджета мощности. Расчет баланса мощности системы (в направлении Uplink, Downlink).
- 3) Расчет покрытия. Критерии оценки покрытия сети. Методы и модели расчета зон обслуживания. Классический метод расчета зон обслуживания. Эмпирическая модель Окамура-Хата. Компьютерный расчет зон обслуживания. Методика расчета поля трассировкой лучей.
- 4) Решение вопросов теории трафика при планировании и развитии сетей стандарта GSM. Интенсивность и единицы измерения трафика. Характеристика трафика. Эффективность использования каналов.
- 5) Частотное планирование. Повторное использование частот. Составление номинального сотового плана. Кластерные модели.
- 6) Диаграмма направленности антенн. Коэффициент усиления антенны. Ширина луча антенны. Развязка и типы антенн. Излучающие кабели.
- 7) Особенности распространения радиоволн. Единицы измерения мощности и проблемы передачи радиосигналов. Механизмы распространения радиоволн и решение проблем, возникающих при передаче сигнала.
- 8) Баланс системы. Диапазоны частот GSM. Факторы бюджета мощности. Расчет баланса мощности системы (в направлении Uplink, Downlink).

Критерии оценивания практической работы:

В процессе выполнения практической работы каждый студент составляет индивидуальный отчет, который включает расчетную часть, а также аналитическую часть и выводы. По подготовленному отчету проводится собеседование.

Практическая работа засчитывается студенту, если он представил правильно оформленный отчет, владеет методикой обработки экспериментальных данных; усвоил теоретический материал по данной теме (последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, уверенно отвечает на вопросы). Допускаются несущественные неточности в оформлении и ответах на вопросы.

Практическая работа не засчитывается студенту в случаях: наличия ошибок в расчетах, неправильного оформления отчета, искажающего смысл задания, существенных ошибок при ответах на вопросы.

Примерная тематика рефератов:

- 1) Дифракция электромагнитных волн в свободном пространстве и изолированных структурах
- 2) Применение аппарата тензорной функции Грина при исследовании поля излучения антенн и устройств СВЧ
- 3) Линейные антенны и решетки
- 4) Излучающие раскрывы и решётки
- 5) Апертурные антенны
- 6) Полосковые и микрополосковые антенны

Реферат – творческая исследовательская работа, основанная, прежде всего, на изучении значительного количества научной и иной литературы по теме исследования.



Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Реферат оценивается руководителем исходя из установленных показателей и критериев оценки реферата:

1) Новизна реферированного текста (Макс. - 5 баллов)

- актуальность проблемы и темы;
- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;
- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.

2) Степень раскрытия сущности проблемы (Макс. - 5 баллов)

- соответствие плана теме реферата;
- соответствие содержания теме и плану реферата;
- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;
- обоснованность способов и методов работы с материалом;
- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;
- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.

3) Обоснованность выбора источников (Макс. - 5 баллов)

- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;
- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).

4) Соблюдение требований к оформлению (Макс. - 5 баллов)

- правильное оформление ссылок на используемую литературу;
- грамотность и культура изложения;
- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;
- соблюдение требований к объему реферата;
- культура оформления: выделение абзацев.

5) Грамотность (Макс. - 5 баллов)

- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;
- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;
- литературный стиль

Реферат оценивается по 25 балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

15 баллов и выше - "зачтено"

меньше 15 баллов - "не зачтено".

Рекомендации по написанию реферата:

1) Тема реферата выбирается в соответствии с интересами студента и не обязательно должна соответствовать приведенному примерному перечню. Важно, чтобы в реферате были описаны стороны проблемы, а также представлены теоретические положения и конкретные примеры.

2) Реферат должен основываться на проработке нескольких дополнительных к основной литературе источников. Как правило это научные монографии или статьи.

3) План реферата должен быть авторским. В нем проявляется подход автора, его мнение, анализ проблемы.

4) Все приводимые в реферате факты и заимствованные соображения должны сопровождаться ссылками на источник информации.



5) Недопустимо просто скомпоновать реферат из кусков заимствованного текста. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника и страницы.

6) Реферат оформляется в виде текста на листах формата А-4. Работа начинается с титульного листа, в котором указывается название университета, название кафедры, учебной дисциплины, тема реферата, ФИО студента, номер группы, год и географическое место местонахождения университета. Затем следует оглавление с указанием страниц разделов. Сам текст реферата желательно подразделить на разделы: главы, подглавы и озаглавить их. Приветствуется использование в реферате количественных данных и иллюстраций (графики, таблицы, диаграммы, рисунки).

7) Завершают реферат разделы «Заключение» и «Список использованной литературы». В заключении должны быть представлены основные выводы, ясно сформулированные в тезисной форме.

8) Источник литературы должен быть составлен в полном соответствии с действующим стандартом (правилами), включая особую расстановку знаков препинания.

Перечень тестовых заданий для текущего контроля

1. Процесс обнаружения объектов при помощи радиоволн, называется...

- А. сканирование
- Б. радиолокация
- В. Телевещание
- Г. Модуляция
- Д. детектирование

2. С помощью какого устройства можно получить электромагнитные волны?

- А. радиоприемник
- Б. телевизор
- В. Колебательный контур
- Г. Открытый колебательный контур

3. Как увеличить частоту колебательного контура?

- А. надо уменьшить емкость конденсатора и увеличить индуктивность колебательного контура;
- Б. надо увеличить емкость конденсатора и уменьшить индуктивность колебательного контура;
- В. Надо уменьшить и емкость конденсатора, и индуктивность колебательного контура;
- Г. Надо увеличить и емкость конденсатора, и индуктивность колебательного контура.

4. Процесс изменения высокочастотных колебаний с помощью колебаний низкой частоты, называется...

- А. модуляция
- Б. радиолокация
- В. Детектирование
- Г. Сканирование

5. Как работает передающая часть радиолокатора?

- А. работает постоянно
- Б. отключается самопроизвольно в любое время
- В. Отключается сразу после передачи сигнала

6. Электромагнитные волны являются...

- А. поперечными



Б. продольными

В. И поперечными и продольными одновременно

7. Процесс выделения низкочастотного сигнала называется...

А. модуляция

Б. радиолокация

В. Детектирование

Г. Сканирование

8. Передача звукового сигнала на большие расстояния осуществляется...

А. непосредственной передачей звукового сигнала без каких-либо преобразований;

Б. с помощью детектированного сигнала;

В. С помощью моделированного сигнала.

9. Прямая, перпендикулярная совокупности точек равной фазы называется...

А. лучом

Б. фронтом волны

В. Волновой поверхностью

10. Для чего нужен процесс детектирования?

А. для передачи сигнала на большие расстояния;

Б. для обнаружения объектов;

В. Для выделения низкочастотного сигнала;

Г. Для преобразования низкочастотного сигнала.

11. Совокупность точек одинаковой фазы называется...

А. лучом

Б. фронтом волны

В. Волновой поверхностью

12. Фронт волны – это...

А. последняя волновая поверхность

Б. первая волновая поверхность

В. Любая волновая поверхность

13. Совокупность точек, до которых дошло возмущение к моменту времени t , называется...

А. лучом

Б. фронтом волны

В. Волновой поверхностью

14. Несет ли модулированный сигнал информацию?

А. да, но мы ее не воспринимаем;

Б. да, и мы можем ее воспринимать непосредственно органами слуха;

В. Нет

15. По какой формуле определяется расстояние до объекта при радиолокации?

А. $R=2ct$

Б. $R=vt/2$

В. $R=ct/2$

Г. $R=2vt$

16. Электромагнитные волны распространяются со скоростью, равной...

А. с любой

Б. $3 \cdot 10^8$ мм/с

В. $3 \cdot 10^8$ км/с

Г. $3 \cdot 10^8$ м/с



Критерии оценивания теста:

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Важнейшими достоинствами тестов являются:

- 1) экономия времени преподавателя
- 2) возможность поставить всех студентов в одинаковые условия
- 3) возможность разработки равноценных по трудности вариантов вопросов
- 4) возможность проверить обоснованность оценки
- 5) уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями

За тест ставится оценка "зачтено", если выполнено правильно более половины заданий.

Вопросы к экзамену:

1. Математический аппарат теории поля.
2. Заряды, токи и векторы поля. Закон сохранения заряда.
3. Уравнения Максвелла и источники поля. Материальные уравнения среды.
4. Поверхностные заряды и токи. Граничные условия для нормальных и тангенциальных компонент векторов поля.
5. Баланс энергии электромагнитного поля. Теорема Умова – Пойнтинга.
6. Гармонические колебания. Метод комплексных амплитуд. Средние значения. Уравнения электродинамики в комплексной форме.
7. Волновые уравнения с учётом источников излучения. Уравнения Даламбера, Пуассона, Гельмгольца. Волновой характер электромагнитного поля.
8. Электродинамические потенциалы. Калибровки Лоренца и Кулона.
9. Перестановочная двойственность уравнений Максвелла. Принцип двойственности. Магнитные заряды и токи.
10. Принцип взаимности.
11. Условие излучения.
12. Поле излучения заданных источников. Ближняя и дальняя зоны.
13. Элементарный электрический излучатель, диполь Герца.
14. Поле излучения диполя Герца в ближней и дальней зоне.
15. Диполь Герца как антенна. Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя.
16. Элементарный магнитный излучатель.
17. Уравнения Максвелла с учётом магнитных токов и зарядов. Обобщённая задача об излучении.
18. Эквивалентные источники. Принцип Гюйгенса – Кирхгофа.
19. Элементы Гюйгенса.
20. Электромагнитное поле и характеристики антенн.
21. Антенны в режиме радиоприёма.
22. Вибраторные и щелевые антенны.
23. Распространение электромагнитных волн вблизи Земли. Пространственная и земная волны.
24. Отражение радиоволн от земной поверхности.
25. Распространение радиоволн в тропосфере.
26. Распространение радиоволн в ионосфере.



4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Студент допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполненных и защищенных работ. В случае наличия учебной задолженности студент отрабатывает пропущенные занятия в форме, предложенной преподавателем и представленной в настоящей программе.

Экзамен проводится по билетам в устной форме. При проведении экзамена экзаменуемый выбирает билет в случайном порядке. Экзаменатору предоставляется право по ходу экзамена задавать экзаменуемому уточняющие и дополнительные вопросы. Время подготовки студента для устного ответа на экзамене должно составлять не менее 40 минут, время ответа экзаменуемого – не более 20 минут. При подготовке и ответе на вопросы билета экзаменуемый должен вести необходимые записи в листе устного ответа, который по окончании экзамена подписывается студентом, сдаётся экзаменатору и сохраняется им до окончания экзаменационной сессии. Студент, испытавший затруднения при подготовке к ответу по выбранному билету, вправе выбрать второй билет с продлением времени на подготовку. При этом окончательная оценка студента снижается на один балл. Выбор студентом третьего билета не допускается.

Проявленные студентом в ходе экзамена знания оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Критерии оценивания ответа (устного опроса) на экзамене:

Оценка «отлично» выставляется:

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знания по предмету демонстрируются на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка «хорошо» выставляется:

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены некоторые неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:



1) Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

2) Ответ на вопрос полностью отсутствует.

3) Отказ от ответа.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «отлично».
2. Средний уровень сформированности компетенций соответствует оценке «хорошо».
3. Базовый уровень сформированности компетенций соответствует оценке «удовлетворительно».
4. Низкий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «неудовлетворительно».

