

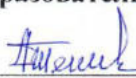
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт электроники, робототехники и искусственного интеллекта
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

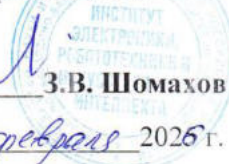
Руководитель
образовательной программы


_____ **Р.Ш. Тешев**
« 12 » февраля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭР и ИИ


_____ **З.В. Шомахов**
« 12 » февраля 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.21 «ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»**

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация

Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2025

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины, относящейся к обязательной части блока 1 студентам специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы в 6 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «09» февраля 2018 г. № 94.

Составитель _____ **О.А. Молоканов**

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями дисциплины является:

- понимание структуры и динамики электромагнитного поля (ЭМП).
- изучение законов излучения ЭМ-волн (антенны).
- анализ распространения радиоволн в различных средах (вакуум, атмосфера, ионосфера).
- изучение процессов в направляющих системах (линии передачи, волноводы).
- формирование навыков применения электродинамики для решения технических задач радиотехники.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных уравнений электродинамики (уравнений Максвелла) и их следствий.
- овладение математическим аппаратом для описания ЭМП и волн.
- анализ электромагнитных процессов в линиях передачи, антеннах, резонаторах.
- исследование отражения, преломления, дифракции и рассеяния радиоволн.
- изучение закономерностей распространения радиоволн в зависимости от их частоты и свойств среды.
- развитие умения моделировать и рассчитывать характеристики радиосистем (антенн, фидеров).

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по специальности **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**, специализация: «Радиоэлектронные системы передачи информации».

Изучение дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Физика», «Электричество и магнетизм», «Основы оптики».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплине: «Устройства СВЧ и антенны», «Основы теории радиосистем и комплексов управления», «Устройства приема и преобразования сигналов», «Основы беспроводной связи», «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных устройств и систем», «Основы теории радиолокационных систем и комплексов» и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Таблица 1

Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
ОПК-3. Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и	ОПК-3.1. Способен понимать методы решения задач анализа и расчета характеристик	Знать методы решения задач анализа и расчета характеристик

<p>выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования. ОПК-3.2. Способен анализировать, моделировать и прогнозировать поведение радиоэлектронных систем и комплексов. ОПК-3.3 Способен работать на современном измерительном и диагностическом оборудовании.</p>	<p>радиоэлектронных систем и устройств, с применением современных средств измерения и проектирования.</p>
		<p>Уметь подготавливать научные публикации на основе результатов исследований.</p>
		<p>Владеть навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств.</p>
<p>ПК-2. Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-1. Способен применять современные методы, средства и оборудование для проведения экспериментальных исследований. ПК-2.2. Способен анализировать и обобщать данные, получаемые в результате экспериментов. ПК-2.3. Способен объективно оценивать полученные результаты экспериментальных исследований и погрешности результатов измерений.</p>	<p>Знать способы работы с конструкторской, технической, эксплуатационной документацией по обслуживанию радиоэлектронных систем.</p>
		<p>Уметь использовать возможности контрольно-измерительной аппаратуры и методы обработки результатов измерений.</p>
		<p>Владеть способами применения современных пакетов прикладных программ для обработки результатов.</p>

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 2

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Оценочные средства
1	Основы теории электромагнитного поля (6	1. Введение. Основные понятия и физические модели электромагнитного поля.	ОПК-3 ПК-2	Коллоквиум, тестирование, выполнение и

	лекций)	2. Стационарные электрические и магнитные поля 3. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. 4. Материальные уравнения. Граничные условия. Связь между D и E , B и H . 5. Энергия и импульс электромагнитного поля. 6. Квазистационарные поля. Уравнения для цепей с распределенными параметрами.		защита лабораторных работ, экзамен
2	Распространение волн в различных средах и структурах. <i>Как волны рождаются, как ведут себя в разных условиях.</i> (8 лекций)	7. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна в однородной изотропной среде. 8. Характеристики плоской волны: волновое число, фазовая и групповая скорости, волновое сопротивление. 9. Падение плоской волны на границу раздела двух диэлектриков. 10. Падение волны на поверхность проводящей среды. 11. Распространение радиоволн в атмосфере Земли. 12. Распространение в ионосфере. Максвелловская плазма. 13. Распространение вдоль земной поверхности. 14. Волноводы. Принцип распространения.	ОПК-3 ПК-2	Коллоквиум, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, экзамен
3	Излучение и антенны. <i>Как создаются и формируются волны для целей связи</i> (7 лекций)	15. Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения Даламбера 16. Излучение элементарного электрического диполя (вибратора Герца). 17. Линейный симметричный вибратор. 18. Принцип перемножения диаграмм. Линейные решетки излучателей. 19. Апертурные антенны. 20. Основные параметры антенн. 21. Приемные свойства антенн. Теорема взаимности.	ОПК-3 ПК-2	Коллоквиум, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, экзамен
4	Прикладные вопросы и специальные темы. <i>Современные задачи и методы расчета</i> (4 лекции)	22. Методы расчета электромагнитных полей. 23. аспространение в городских условиях и внутри зданий. 24. Основы радиочастотного планирования и электромагнитной совместимости (ЭМС). 25. Современные проблемы и тенденции.	ОПК-3 ПК-2	Коллоквиум, тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, экзамен

4.2 Структура дисциплины (модуля)

Таблица 3

Вид работы	Трудоемкость дисциплины
	ОФО
	6 семестр
Общая трудоемкость	252
Аудиторная (контактная) работа:	119
<i>Лекции (Л)</i>	51
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34
<i>Практическая подготовка</i>	34
Самостоятельная работа, в том числе контактная внеаудиторная работа:	106
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)	не предусмотрены
Самостоятельное изучение разделов/тем	53
Самоподготовка к занятиям	53
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27
Вид промежуточной аттестации	экзамен

4.3 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Тема
1	Введение. Основные понятия и физические модели электромагнитного поля. Скалярные и векторные поля. Силовые характеристики: напряженность электрического поля (E), магнитная индукция (B). Источники поля: заряды и токи. Принцип суперпозиции.
2	Стационарные электрические и магнитные поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса для электростатики. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока (Ампера). Понятия о потенциале и векторном потенциале.
3	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Физический смысл каждого уравнения: закон Гаусса для электричества и магнетизма, закон электромагнитной индукции Фарадея, обобщенный закон Ампера-Максвелла. Ток смещения – ключевое понятие.
4	Материальные уравнения. Граничные условия. Связь между D и E , B и H . Понятие о диэлектрической и магнитной проницаемостях, проводимости. Условия на границе раздела двух сред для тангенциальных и нормальных компонент полей.
5	Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Теорема Пойнтинга (закон сохранения энергии). Объемная плотность энергии электрического и магнитного полей. Давление электромагнитного излучения.
6	Квазистационарные поля. Уравнения для цепей с распределенными параметрами. Пределы применимости законов Кирхгофа. Телеграфные уравнения как следствие уравнений Максвелла для длинной линии. Переход к теории линий передачи.
7	Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна в однородной изотропной среде. Вывод волнового уравнения из уравнений Максвелла. Решение для плоской волны. Поляризация (линейная, круговая, эллиптическая).
8	Характеристики плоской волны: волновое число, фазовая и групповая

	скорости, волновое сопротивление. Понятие дисперсии. Распространение в средах с потерями (проводящих и диэлектриках). Глубина скин-слоя.
9	Падение плоской волны на границу раздела двух диэлектриков. Законы Снеллиуса (отражение и преломление). Коэффициенты отражения и прохождения (Френеля) для параллельной и перпендикулярной поляризации. Угол Брюстера, полное внутреннее отражение.
10	Падение волны на поверхность проводящей среды. Поверхностный импеданс. Отражение от идеального и реального проводника. Качество металлического экрана.
11	Распространение радиоволн в атмосфере Земли. Тропосфера и ионосфера. Рефракция, рефракционный коэффициент. Стандартная и субрефракция. Влияние тропосферы (дождь, туман) на ослабление.
12	Распространение в ионосфере. Максвелловская плазма. Понятие о плазменной частоте. Показатель преломления ионосферы. Отражение волн от ионосферы. Критическая частота, максимальная применимая частота (МПЧ). Ионосферные задержки и ошибки в спутниковой навигации.
13	Распространение вдоль земной поверхности. Поле излучения вертикального и горизонтального диполя над реальной землей. Влияние проводимости и диэлектрической проницаемости грунта на структуру поля. Поверхностная волна и пространственная волна.
14	Волноводы. Принцип распространения. Классификация волноводов. Моды типа H, E и TEM. Понятие о критической частоте. Прямоугольный и круглый волноводы: структура поля основных мод (H ₁₀ , H ₁₁ , E ₀₁).
15	Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения Даламбера. Запаздывающие потенциалы. Физический смысл запаздывания. Переход от потенциалов к полям.
16	Излучение элементарного электрического диполя (вибратора Герца). Расчет поля в ближней, промежуточной и дальней зонах. Диаграмма направленности, сопротивление излучения.
17	Линейный симметричный вибратор. Распределение тока. Поле дальней зоны. Входное сопротивление, зависимость от длины плеча. Диаграмма направленности. Понятие о волновых размерах антенны.
18	Принцип перемножения диаграмм. Линейные решетки излучателей. Метод наложения полей. Фазированные антенные решетки (ФАР). Управление лучом (сканирование) путем изменения фазового распределения.
19	Апертурные антенны. Принцип Гюйгенса-Кирхгофа. Рупорные и параболические антенны. Эффективность, коэффициент усиления, ширина луча.
20	Основные параметры антенн. Диаграмма направленности, коэффициент усиления, КНД, коэффициент полезного действия, входное сопротивление, поляризационные характеристики, полоса частот.
21	Приемные свойства антенн. Теорема взаимности. Эффективная площадь (раскрыв) антенны. Связь между коэффициентом усиления и эффективной площадью. Шумовая температура антенны.
22	Методы расчета электромагнитных полей. Аналитические (разделение переменных) и численные методы: метод конечных разностей во временной области (FDTD), метод моментов (MoM), метод конечных элементов (FEM). Их сравнительные возможности и ограничения.
23	Распространение в городских условиях и внутри зданий. Многолучевое распространение. Замирания (фединг) Релея и Райса. Потери на трассе. Модели распространения (логарифмически-нормальная модель, COST-231).
24	Основы радиочастотного планирования и электромагнитной

	совместимости (ЭМС). Понятие о зонах Френеля. Влияние препятствий (дифракция на краю). Электромагнитный фон. Принципы экранирования.
25	Современные проблемы и тенденции. Распространение миллиметровых и субмиллиметровых волн (5G/6G, автомобильные радары). Электродинамика метаматериалов и управляемых сред. Антенны на печатных платах и технологии ММО (Multiple-Input Multiple-Output).

4.4 Лабораторные работы

Таблица 5

№ п/п	Наименование лабораторных работ
Модуль 1. Основы и аналитика. <i>Визуализация фундаментальных решений</i> (4 работы)	
1	Визуализация статических и стационарных полей
2	Решение волнового уравнения. Исследование плоской волны
3	Коэффициенты Френеля и поляризация
4	Распространение в средах с потерями. Скин-эффект
Модуль 2. Линии передачи и волноводы. <i>Исследование направляемых структур</i> (3 работы)	
5	Моделирование длинной линии. Стоячие волны
6	Диаграмма Смита. Компьютерное согласование
7	Моды в прямоугольном волноводе
Модуль 3. Антенны и излучение. <i>От элементарного излучателя к сложным системам</i> (4 работы)	
8	Поле элементарного электрического диполя
9	Моделирование симметричного вибратора
10	Линейная антенная решетка
11	Параметры антенны: моделирование в САПР
Модуль 4. Распространение волн. <i>Моделирование реальных трасс и сред</i> (4 работы)	
12	Распространение над реальной землей
13	Ионосферное распространение. Модель плазмы
14	Многолучевое распространение в городе
15	Дифракция на препятствии. Метод Кирхгофа и зоны Френеля

4.4.1 Практическая подготовка

Практическая подготовка при изучении данной дисциплины не предусмотрена.

4.5 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование практического занятия
Блок 1: Основы теории поля и плоские волны (5 занятий)	
1	Операции с векторными полями и граничные условия. Задачи: Вычисление градиента, дивергенции, ротора для заданных функций. Применение теоремы Стокса и Гаусса. Запись граничных условий для конкретных конфигураций полей на границе раздела диэлектрик-диэлектрик, диэлектрик-идеальный проводник. Цель: Закрепление математического аппарата и физического смысла операций.

2	<p>Решение уравнений Максвелла для простых случаев. Задачи: Расчет электрического поля от заданного распределения зарядов (сфера, цилиндр) с использованием теоремы Гаусса. Расчет магнитного поля от заданных контуров с током (прямой провод, кольцо) с использованием закона Био-Савара. Цель: Прямое применение уравнений Максвелла в интегральной форме.</p>
3	<p>Параметры плоской волны и вектор Пойнтинга. Задачи: Расчет фазовой скорости, длины волны, волнового сопротивления, глубины скин-слоя в различных средах (воздух, диэлектрик, проводник). Вычисление среднего значения вектора Пойнтинга и мощности, переносимой волной через заданную площадку. Определение плотности энергии поля. Цель: Освоение базовых формул и связей между параметрами волны.</p>
4	<p>Падение плоской волны на границу раздела. Законы Френеля. Задачи: Расчет углов отражения и преломления по закону Снеллиуса. Определение коэффициентов отражения (R) и прохождения (T) для обеих поляризованных волн. Расчет коэффициента стоячей волны (КСВ). Задачи на угол Брюстера и условие полного внутреннего отражения. Цель: Навык анализа отражения и преломления на границах.</p>
5	<p>Поляризация электромагнитных волн. • Задачи: Анализ состояния поляризации по заданным компонентам E_x и E_y (определение типа – линейная, круговая, эллиптическая; направления вращения). Расчет параметров поляризационного эллипса. Задачи на разложение произвольной поляризации на ортогональные составляющие. Цель: Уверенная работа с понятием поляризации и ее параметрами.</p>
<p>Блок 2: Линии передачи и волноводы (4 занятия)</p>	
6	<p>Расчет параметров длинных линий. Задачи: Определение первичных параметров (R, L, G, C) коаксиальной и двухпроводной линии по геометрическим размерам. Расчет вторичных параметров: волнового сопротивления Z_w, постоянной распространения γ, фазовой скорости. Расчет затухания в линии на заданной частоте. Цель: Переход от геометрии линии к ее эквивалентным электрическим параметрам.</p>
7	<p>Режимы работы линии передачи. Стоячие волны. Задачи: Расчет распределения напряжения и тока вдоль неоднородной линии. Определение КСВ и входного сопротивления линии при различных нагрузках (КЗ, ХХ, активная, комплексная). Расчет длины линии для получения требуемого входного сопротивления (режимы четвертьволнового трансформатора, полуволнового повторителя). Цель: Освоение методов анализа линий со стоячими волнами.</p>
8	<p>Работа с диаграммой Смита. Задачи: Графическое решение задач на согласование нагрузки с линией с помощью одного и двух шлейфов. Определение положения и длины шлейфа. Преобразование комплексного импеданса в коэффициент отражения и обратно. Нахождение входного импеданса по заданному КСВ и положению минимума. Цель: Развитие практического навыка использования диаграммы Смита.</p>
9	<p>Критические параметры и моды волноводов. Задачи: Расчет критической длины волны (частоты) для различных типов волн (H_{10}, H_{20}, E_{11}) в прямоугольном волноводе. Определение рабочих диапазонов волновода. Расчет фазовой и групповой скоростей для заданной моды на рабочей частоте. Цель: Освоение методики расчета и выбора режима работы волновода.</p>
<p>Блок 3: Антенны (4 занятия)</p>	

10	<p>Поле элементарного излучателя и вибратора Герца. Задачи: Расчет напряженности поля в дальней зоне для заданной мощности и расстояния. Определение сопротивления излучения и КНД элементарного диполя. Сравнение диаграмм направленности в экваториальной и меридиональной плоскостях. Цель: Закрепление основ теории излучения.</p>
11	<p>Расчет параметров симметричного вибратора. Задачи: Построение диаграммы направленности вибратора для разных отношений L/λ. Расчет входного сопротивления в точке питания. Определение резонансной длины вибратора и полосы пропускания по уровню КСВ. Цель: Переход от теории к расчету реальной антенны.</p>
12	<p>Антенные решетки (АР). Задачи: Расчет множителя решетки и общей ДН для линейной АР с равными амплитудами. Определение ширины главного лепестка и уровня боковых лепестков. Расчет угла сканирования луча при заданном фазовом сдвиге между элементами. Цель: Освоение принципа перемножения диаграмм и основ синтеза АР.</p>
13	<p>13: Основные параметры антенн. Задачи: Комплексный расчет по заданным или измеренным данным: определение КНД, коэффициента усиления (G) с учетом КПД, эффективной площади (A_{eff}). Установление связи между коэффициентом усиления и шириной диаграммы направленности. Расчет уровня бокового излучения. Цель: Систематизация знаний по параметрам и их взаимосвязи.</p>
<p>Блок 4: Распространение радиоволн (4 занятия)</p>	
14	<p>14: Тропосферное распространение. Рефракция. Задачи: Расчет радиуса Земли с учетом рефракции (эффективного радиуса). Построение профиля трассы с учетом кривизны Земли и стандартной рефракции. Оценка необходимости учета рефракции для заданной дальности связи. Расчет просвета над препятствием. Цель: Применение моделей рефракции для анализа условий прямой видимости.</p>
15	<p>Ионосферное распространение. Задачи: Расчет критической частоты f_0 и максимальной применимой частоты (МПЧ) для заданного слоя ионосферы и угла падения. Определение угла места, при котором возможна связь на заданной частоте. Оценка времени задержки сигнала при ионосферном отражении. Цель: Освоение методов расчета ионосферных трасс.</p>
16	<p>Дифракция радиоволн. Зоны Френеля. Задачи: Расчет радиусов зон Френеля для заданной трассы. Определение потерь на дифракцию для препятствий в виде одиночного ножа, сферического препятствия. Оценка требуемого просвета на трассе для обеспечения заданного уровня потерь. Цель: Навык учета влияния препятствий на распространение.</p>
17	<p>Расчет бюджета радиолинии. Задачи: Комплексная задача. Расчет мощности на входе приемника (уровня сигнала) с учетом: мощности передатчика, потерь в фидерах, коэффициентов усиления передающей и приемной антенн, потерь на трассе (свободное пространство, дифракция, атмосферные ослабления). Определение запаса на замирания и соотношения сигнал/шум. Цель: Интеграция всех изученных разделов для решения типовой инженерной задачи.</p>

4.5.1 Практическая подготовка

Практическая подготовка при изучении данной дисциплины не предусмотрена.

4.6 Курсовая работа

Курсовая работа при изучении данной дисциплины не предусмотрена.

4.7 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 7

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
Блок А: Углубленная теория и исторический контекст	
1	Максвелл vs. Фарадей: путь к уравнениям в современной форме. Историческая эволюция уравнений электромагнитного поля. Как физические представления Фарадея о силовых линиях были математически оформлены Максвеллом (в его оригинальной, громоздкой форме с потенциалами и вихрями)? Кто (Хевисайд, Герц, Гиббс) и как привел их к современной компактной векторной форме (20 уравнений \rightarrow 4)?
2	Принцип Гюйгенса-Френеля-Кирхгофа с позиций векторной теории. Строгий математический вывод принципа Гюйгенса из скалярного волнового уравнения и его обобщение Кирхгофом. Ключевые ограничения и парадоксы скалярной теории. Как современная векторная теория дифракции их разрешает и где это критично?
3.	Неизлучающие источники и проблема уникальности обратных задач электродинамики. Понятие «неизлучающих токов» (non-radiating currents). Почему, зная поле в дальней зоне, нельзя однозначно восстановить распределение токов в источнике? Какие физические и математические следствия это имеет для томографии, идентификации источников помех и стелс-технологий?
4	Распространение в анизотропных и гиротропных средах: магнитоактивная плазма и ферриты. Тензор диэлектрической проницаемости для холодной плазмы в постоянном магнитном поле. Явление двойного лучепреломления (обыкновенная и необыкновенная волны), вращения плоскости поляризации (эффект Фарадея) и его взаимный характер. Где это явление критически важно (ионосфера, ферритовые вентили, космическая связь)?
Блок Б: Специализированные среды и нелинейные эффекты	
5	Электродинамика метаматериалов. Принцип создания материалов с отрицательным показателем преломления ($n < 0$). Отрицательные ϵ и μ и их реализации с помощью резонансных структур (разрезные кольцевые резонаторы, проволочные решетки). Концепция «суперлинзы», преодолевающей дифракционный предел, и «плащ-невидимка» на основе преобразований координат.
6	Распространение ультракоротких импульсов и солитоны в нелинейных средах. Очень короткий импульс, спектр которого сопоставим с несущей частотой. Роль дисперсии групповых скоростей (ДГС) и нелинейного коэффициента Керра. Возникновение стабильного солитона.
7	Тепловое (чернотельное) излучение и шумы антенн с квантовой точки зрения. Вывод формулы Планка. Связь температуры объекта, его шумовой температуры и мощности излучения. «Антенная температура» в радиоастрономии и пассивной радиолокации. Почему любой приемник, направленный даже на «пустое» небо, регистрирует шум (реликтовое

	излучение)?
8	Распространение волн в случайно-неоднородных средах: тропосферная и ионосферная турбулентность. Физические модели флуктуаций диэлектрической проницаемости в атмосфере. Мерцание (scintillation) сигналов от космических источников, угловое дрожание луча, деполяризация.
Блок В: Передовые методы расчета и моделирования	
9	Сравнительный анализ численных методов электродинамики (FDTD, FEM, MoM). Составьте подробную сравнительную таблицу. Для каждого метода (FDTD, FEM, MoM, метод геометрической оптики/GTD) укажите: тип решаемых уравнений (дифференциальные/интегральные), способ дискретизации, естественная область применения (объемные задачи/тонкие проводники/большие объекты), основные достоинства и недостатки, требования к вычислительным ресурсам.
10	Метод физической оптики (PO) и его модификации (метод краевых волн PTD). Область применимости асимптотического метода PO. Почему он дает значительную ошибку в теневых областях и вблизи краев? Как метод краевых волн (PTD) Петра Уфимцева исправляет этот недостаток, и как это связано с теорией дифракции на ребре? Какую роль эти методы сыграли в создании малозаметных летательных аппаратов?
11	Специальные функции в электродинамике: функции Матье, сферические и цилиндрические гармоники. Изучите, в каких задачах с некартиновой геометрией (эллиптический цилиндр, сфера, сфероид) стандартное разделение переменных приводит к этим функциям. Почему, например, диаграмма направленности сфероидальной антенны естественно описывается сферическими гармониками? Приведите конкретные примеры их применения.
Блок Г: Прикладные и междисциплинарные аспекты	
12	Электродинамика биологических тканей и медицинские приложения. Диэлектрические свойства биологических тканей (водность, релаксационные процессы) в диапазоне от НЧ до СВЧ. Методы томографии (импедансной, микроволновой). Механизмы и нормы безопасности воздействия ЭМ-поля на человека (SAR – Specific Absorption Rate).
13	Георадар (GPR) и подповерхностное зондирование. Физические принципы работы георадара. Рабочая частота в зависимости от глубины и разрешения. Как диэлектрические свойства грунта (влажность) влияют на скорость распространения и затухание импульса? Основные методы обработки сигнала GPR (компенсация затухания, миграция).
14	Распространение миллиметровых и терагерцовых волн (для 5G/6G и сквозь-объектного видения). Фундаментальные отличия в физике распространения волн миллиметрового диапазона (30-300 ГГц) от сантиметрового. Роль молекулярного поглощения (кислород, водяной пар). Влияние на дальность связи и выбор окон прозрачности. Перспективы использования терагерцового диапазона для безопасности и медицины.
15	Антенны для MIMO и Massive MIMO систем: пределы и возможности. Теоретические основы метода MIMO (матрица каналов, разложение по сингулярным числам). Почему при большом числе антенн (Massive MIMO) канал становится детерминированным и возникает эффект «заострения луча» (beamforming)? Фундаментальные электродинамические ограничения на минимальное расстояние между антенными элементами в компактных устройствах (эффекты взаимной связи).
16	Квантовая электродинамика (КЭД) и классический предел. На каком уровне описания взаимодействия света с веществом классическая электродинамика Максвелла перестает работать и требуется привлечение КЭД?

	Концепция вторичного квантования поля и фотонов как квантов возбуждения мод. Как из КЭД в пределе большого числа фотонов следует классическая волновая теория.
Блок Д: Исторические личности и методология науки	
17	Научный вклад Оливера Хевисайда: от операционного исчисления до теории линии. , Как Хевисайд, будучи самоучкой, радикально упростил уравнения Максвелла, ввел векторный анализ в обиход, разработал операционное исчисление для решения телеграфных уравнений и предсказал существование ионосферы. Почему его работы изначально встречали сопротивление научного истеблишмента?

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Таблица 8

Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
Знать современное состояние области профессиональной деятельности	Принципы работы устройства, возможности средств контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.	Лабораторная работа, лабораторный эксперимент, устный опрос, тесты, вопросы на экзамен.
Уметь искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области	Работа с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры.	Лабораторная работа, лабораторный эксперимент, устный опрос, тесты, вопросы на экзамен.
Владеть навыками работы за персональным компьютером, в т.ч. пакетами прикладных программ для разработки и представления документации	Работа с персональным компьютером, знание пакетов прикладных программ для разработки и представления документации.	Лабораторная работа, лабораторный эксперимент, устный опрос, тесты, вопросы на экзамен.
Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	Обработка результатов измерений с использованием средств вычислительной техники.	Лабораторная работа, лабораторный эксперимент, устный опрос, тесты, вопросы на экзамен.
Уметь выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.	Использование средств измерений для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.	Лабораторная работа, лабораторный эксперимент, устный опрос, тесты, вопросы на экзамен.
Владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.	Обработка результатов измерений, расчеты, построение графиков, АЧХ, ФЧХ и пр.	Лабораторная работа, лабораторный эксперимент, устный опрос, тесты, вопросы на экзамен.

5.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

5.2.1 Текущий контроль

Оценка результатов текущей успеваемости в рамках контрольных точек осуществляется посредством 70-балльной системы, при этом за добросовестное посещение занятий обучающийся может набрать до 10 баллов, за качественное прохождение оценочных мероприятий - до 60 баллов.

Таблица 9

Карта распределения рейтинговых баллов в рамках текущего контроля

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Лабораторная работа № 1 «Визуализация статических и стационарных полей».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
2	Лабораторная работа № 2 «Решение волнового уравнения. Исследование плоской волны».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
3	Лабораторная работа № 3 «Коэффициенты Френеля и поляризация».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
4	Лабораторная работа № 4 «Распространение в средах с потерями. Скин-эффект».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно

5	Лабораторная работа № 5 «Моделирование длинной линии. Стоячие волны».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
6	Лабораторная работа № 6 «Диаграмма Смита. Компьютерное согласование».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
7	Лабораторная работа № 7 «Моды в прямоугольном волноводе».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
8	Лабораторная работа № 8 «Поле элементарного электрического диполя».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
9	Лабораторная работа № 9 «Моделирование симметричного вибратора».	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
10	Лабораторная работа №10	Компьютерная	Работа включает в	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе

	«Линейная антенная решетка».		себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.		обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
11	Лабораторная работа № 11 «Параметры антенны: моделирование в САПР»	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
	Лабораторная работа № 12 «Распространение над реальной землей»	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
	Лабораторная работа № 13 «Ионосферное распространение. Модель плазмы»	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
	Лабораторная работа № 14 «Многолучевое распространение в городе»	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые выполняются студентами на компьютере.	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
	Лабораторная работа № 15 «Дифракция на	Компьютерная	Работа включает в себя задания, которые	2	2 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 1 – задания выполнены

	препятствии. Метод Кирхгофа и зоны Френеля»		выполняется студентами на компьютере.		частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
11	Тесты 1	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	8	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
12	Тесты 2	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	8	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
13	Коллоквиум 1	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	7	7-6– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 5-4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
14	Коллоквиум 2	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	7	7-6– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 5-4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
	Итого:			60	

5.2.2 Промежуточная аттестация

Полный перечень оценочных средств промежуточной содержится в фонде оценочных средств.

Таблица 9

Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Экзаменационный билет	Устный опрос	Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно.	Теоретические вопросы – 30 баллов..	<p>Критерии оценивания теоретических вопросов:</p> <p>25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты, грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией.</p> <p>От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение терминов, наличие существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p> <p>От 0 до 6 баллов: Полное непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки, несоответствие требованиям задания.</p>

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная литература

1. Алёхин, В.М. Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для вузов / В.М. Алёхин; под редакцией Т.А. Олейникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2026. — 496 с. — ISBN 978-5-507-54791-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/510733> (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1637-0. — Текст: электронный // Лань:

- электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211646> (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Осипов, О.В. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / О.В. Осипов, Д.П. Табаков, С.В. Морозов. — Самара: ПГУТИ, 2021. — 290 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/301166> (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

1. Скачков, В.А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / В.А. Скачков. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. — 298 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193469> (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Мелёшин, Ю.М. Электродинамика и распространение радиоволн: лабораторный практикум: учебное пособие / Ю.М. Мелёшин, К.С. Лялин, В.К. Цветков. — Москва: МИЭТ, 2024. — 32 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/508166> (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Электродинамика и распространение радиоволн: лабораторный практикум [для вузов]: учебное пособие / А.Н. Флеров, С.Ю. Страхов, А.А. Флерова, Н.В. Сотникова. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2023. — 71 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/493154> (дата обращения: 24.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3 Периодические издания

1. Журнал «Известия вузов. Физика» доступен по ссылке <https://journals.tsu.ru/physics/>
2. Журнал «Электроника» доступен по ссылке https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.d59349d6-686bb840-2501fdf6-74722d776562/https/www.mdpi.com/journal/electronics
3. Журнал «Физика и техника полупроводников» <https://journals.ioffe.ru/journals/2>
4. Журнал «Микроэлектроника» доступен по ссылке <https://sciencejournals.ru/journal/mikelek/>
5. Журнал «Квантовая электроника» доступен по ссылке <https://quantum-electronics.ru/>
6. Журнал «Радиоэлектроника» доступен по ссылке <https://radiohata.com/radioehlektronika/>
7. Журнал «Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники» доступен по ссылке <http://met.misis.ru/jour>
8. Журнал «Физика твердого тела» доступен по ссылке <https://journals.ioffe.ru/journals/1>

6.5 Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ.
2. <https://russianelectronics.ru/> -портал «Время электроники»;
3. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов.

**6.6 Перечень профессиональных баз данных
и информационно-справочных систем**

№п /п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ					
1.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollege.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №54КСЛ/08-2024 от 17.09.2024 г. Активен по 30.09.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
1.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №01ДКС/04-2025 от 22.04.2025 г. Активен по 23.04.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
2.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств),	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №62/ЕП-223 от 11.02.2025 г. Активен по 14.02.2026г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.			
3.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/16 66-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Авторизованный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115)
4.	ЭБС «IPSMART»	185146 изданий, из них: книги – 54476; научная периодика – 21359 номеров; аудио-издания - 1171	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Красногорск, Московская обл.) №13331/25П/К от 09.04.2025 г. срок предоставления лицензии: 12 мес.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭОР «РКИ» (Русский язык как иностранный)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»;	http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №280/24 РКИ от 19.06.2024 г. срок предоставления лицензии: 1 год	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		«Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)			
6.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №481/ЕП-223 От 22.10.2024 г. Активен по 31.10.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №57/ЕП-223 От 11.02.2025 г. Активен по 28.02.2026 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭР СПО «PROFобразование»	База данных электронных изданий учебной, учебно-методической и научной литературы для СПО	https://profspo.ru/	ООО «Профобразование» (г. Саратов) Договор №11634/24 PROF_FPU от 29.05.2024 г. Активен по 30.09.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
РЕСУРСЫ ДЛЯ НАУКИ					
9.	ЭБД РГБ	Электронная	https://diss.rsl.ru/	ФГБУ «РГБ»	Авторизова

		библиотека диссертаций		Договор №51/ЕП-223 от 07.02.2025 Активен до 31.12.2025	нный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115)
10.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
11.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2023 от 08.11.2024 г. Активен по 10.11.2025г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
12.	Президентская библиотека им. Б.Н.	Более 500 000 электронных документов	http://www.prlib.ru	ФГБУ «Президентская	Авторизованный доступ из

	Ельцина	по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву		библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	библиотеки (ауд. №115, 214)
13.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины включает в себя:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий – 238 (ул. Чернышевского, д. 175). Оснащена оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран, доска стационарная). Комплект учебной мебели – 24 посадочных места.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий – 141 (ул. Чернышевского, д. 175). Лаборатория. Оснащена оборудованием: Вольтметр В7-40 — 4шт; Вольтметр В7-21 -3шт; Прибор комбинированный Ф 4372 — 3шт; Микроскопы МИИ 4 - 3 шт; Блок питания Б5 49 - 3шт; Микроскоп МИМ 8м; Цифровой осциллограф UTD 2025 — 1шт; Шлифовальный станок - 1 шт; Осциллограф С1-107 — 1шт; Осциллограф С1 -69 — 1шт; Печь для отжига — 1шт; Мост универсальный Е7-4 — 1шт; Гониометр — 1шт; Блок питания ВУП 2м — 2шт; Блок питания ТВ1-3шт; Блок питания ТВ2 -2шт; Блок питания Б5 24- 3шт; Осциллоскоп ЕО 213 -2шт; Весы электронные -2шт.; Ваккумная установка- 1шт.; Электронный микроскоп 1шт.; Фотометр отражения ФО 2- 1шт; Лазер полупроводниковый – 1 шт. Доска стационарная, комплект учебной мебели – 16 посадочных мест.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся – 115 (ул. Чернышевского, д. 173). Электронный читальный зал №1. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 28 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся - 311 (ул. Чернышевского, д. 173). Электронный читальный зал №3. Читальный зал естественных и технических наук. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 22 посадочных места. Компьютерная техника обеспечена необходимым

комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

7.1 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Студенты имеют доступ через Интернет к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

Для проведения занятий имеется необходимый комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Список лицензионного программного обеспечения

№	Наименование права на использование программы	Наименование страны происхождения	Номер реестровой записи о программном обеспечении в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 23.12.2024 г. № 1875	Кол-во (шт.)	Срок действи я лицензи и
1.	Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Российская Федерация	Реестровая запись №205 от 18.03.2016	1200	1 год
2.	ContentReader PDF Программное обеспечение для работы с PDF- документами	Российская Федерация	Реестровая запись №17019 от 21.03.2023	30	1 год
3.	Операционная система РЕД ОС Простая (неисключительная) лицензия на право использования операционной системы. Конфигурация Рабочая станция.	Российская Федерация	Реестровая запись №3751 от 23.07.2017	100	1 год
4.	Операционная система РЕД ОС. Простая (неисключительная) лицензия на право использования операционной системы Конфигурация Сервер.	Российская Федерация	Реестровая запись №3751 от 23.07.2017	1	1 год
5.	P7-Офис. Офисное программное приложение	Российская Федерация	Реестровая запись №5256 от 26.02.2019	300	1 ГОД
6.	Renga Professional. Учебный комплект системы для комплексного проектирования зданий по технологии информационного моделирования на 50 мест.	Российская Федерация	Реестровая запись №19343 от 04.10.2023	1	1 ГОД

7.	Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения SMath Studio.	Российская Федерация	Реестровая запись №12849 от 14.02.2022	5	Бессрочно
8.	ENGEE. Среда вычислений и модельно-ориентированного проектирования.	Российская Федерация	Реестровая запись №13508 от 11.05.2022	1	1 год
9.	АСМО-графический редактор. Неисключительная лицензия на право использования программного обеспечения Инструментальное средство разработки графических схем	Российская Федерация	Реестровая запись №3132 от 14.03.2017	60	1 год

свободно распространяемые программы:

7Zip;

DjVu Plug-in;

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

для инвалидов по зрению:

- наличие адаптированной версии для программ экранного доступа официального сайта организации в сети «Интернет», ресурсов ЭИОС организации для незрячих и альтернативной версии сайта и ЭИОС для слабовидящих;

- размещение в доступных местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля), либо представлена в цифровом формате доступном для прочтения программами экранного доступа и средствами цифрового укрупнения текста;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт, цифровой образ, адаптированный для прочтения программами экранного доступа или аудиофайлы);

- обеспечение адаптации визуальных и графических дидактических материалов тифлокомментариями и текстовыми описаниями (в

аудиоформате или цифровом тексте, доступном для прочтения программами экранного доступа и синтезаторами речи);

- обеспечение доступа обучающегося и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

для инвалидов по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения));

- - обеспечение надлежащими звуковыми и визуальными средствами воспроизведения информации;

для инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

- занятия с использованием ЭО и ДОТ проводятся с учетом особенностей обучающихся;

- форма и процедура проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, в форме тестирования и т. п.).