

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

20 апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.24 РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН
(ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ)**

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Радиофизические методы по областям применения
(биофизика)

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Распространение электромагнитных волн» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.

Программу составил:

А.А. Васильченко, доцент кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. физ.-мат. наук


подпись

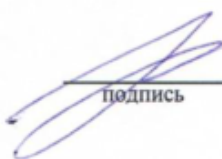
Рабочая программа дисциплины «Электроника СВЧ»
утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.


подпись

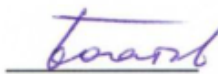
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
радиофизики и нанотехнологий
протокол № 6 «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии
физико-технического факультета
протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Гаврилов А.И., доцент кафедры физики КубГТУ, канд. физ.-мат. наук

Тумаев Евгений Николаевич, профессор кафедры теоретической физики и
компьютерных технологий КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Распространение электромагнитных волн» ставит своей целью изучение основ теории электромагнитного поля, формирование знаний и навыков расчета электромагнитного поля в различных средах.

1.2 Задачи дисциплины

- закрепить знания основных понятий, уравнений и принципов теории излучения и распространения электромагнитных волн в однородных и неоднородных средах, основных классов электродинамических задач и математических методов их решения;
- освоить и знать основные электромагнитные явления и закономерности при распространении, отражении, дифракции и интерференции электромагнитных волн;
- освоить и знать закономерности возбуждения и распространения электромагнитных волн в направляющих системах; характеристики волноводных и кабельных линий передачи; электромагнитные поля в объемных резонаторах;
- уметь рассчитывать основные характеристики и параметры простых излучателей, линий передачи, объемных резонаторов.
- изучение классических и современных методов расчета электромагнитных полей.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Распространение электромагнитных волн» входит в базовую часть профессионального цикла подготовки для направления 03.03.03 «Радиофизика».

Для успешного изучения дисциплины необходимо знание основ линейной алгебры, математического анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной и общий курс физики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей профессиональной компетенции:

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	1ОПК-1	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.	особенности распространения электромагнитных волн во всем диапазоне частот, в процессах отражения и прохождения их в средах с различными электрофизическими параметрами.	рассчитывать основные характеристики электромагнитных полей в однородных и неоднородных средах	классическими и современными методами расчета электромагнитных полей.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	7-й семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		64	64
Занятия лекционного типа		32	32
Лабораторные занятия		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		32	32
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного (теоретического) материала		39,8	39,8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоёмкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	68,2	68,2
	зач. ед.	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7-м семестре:

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	8
1	Введение. Исходные понятия и используемый математический аппарат	26	8	8	-	10
2	Основные законы теории электромагнитного поля	26	8	8	-	10
3	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Дифракция и отражение радиоволн.	26	8	8	-	10
4	Электромагнитные волны в направляющих системах и поля резонаторов.	25,8	8	8	-	9,8
	Итого по дисциплине:		32	32	-	39,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Исходные понятия и используемый математический аппарат	Определение электромагнитного поля и его физических величин. Математический аппарат теории электромагнитного поля. Физические величины, характеризующие электромагнитное поле. Источники электромагнитного поля. Макроскопическая теория электромагнитного поля; единицы измерения электромагнитных величин в СИ; поля и операции векторного анализа: векторы и действия над ними, поле и операции векторного анализа. Пространственные дифференциальные операторы в теории поля.	Ответы на контрольные вопросы и задания
2	Основные законы теории электромагнитного поля	Уравнения Максвелла в однородной и изотропной среде, материальные уравнения в диэлектрике и проводящей среде. Плоские гармонические волны в однородной среде, показатели поглощения и преломления. Диэлектрические потери. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии. Отражение и преломление волн на границе раздела. Зависимость модулей и фаз коэффициентов Френеля от угла падения на границу раздела. Угол Брюстера. Предельный угол полного отражения.	Ответы на контрольные вопросы и задания
3	Электромагнитные волны в средах с дисперсией	Распространение электромагнитных волн в среде с дисперсией: зависимость от частоты фазовой скорости и амплитуды. Комплексное волновое число. Пространственная дисперсия. Уравнения Максвелла для среды с пространственной дисперсией. Волновой вектор, магнитная проницаемость, проводимость. Частотная дисперсия диэлектрической проницаемости. Комплексный вектор поляризации среды. Распространение волн в средах со свободными зарядами. Плазма. Диэлектрическая проницаемость и проводимость при наличии подвижных зарядов. Плазменная частота. Поглощение электромагнитной волны при отражении и про-	Ответы на контрольные вопросы и задания

		хождении слоя плазмы.	
4	Электромагнитные волны в направляющих системах и поля резонаторах.	Внешняя и внутренняя граничные задачи; первичное и вторичное электромагнитные поля. Постановка и решение граничной задачи о возбуждении волн в прямоугольном волноводе. Характеристики mnp -волн в прямоугольном волноводе; критическая длина волны. Избирательные свойства прямоугольного волновода. Волна основного типа. Постановка и решение граничных задач о возбуждении волн в круглом волноводе. Характеристики mnp -волн в круглом волноводе. Волна основного типа. Волны основного типа в коаксиальной линии и в микрополосковой линии. Постановка и решение граничных задач о возбуждении поля в прямоугольном резонаторе; mnp -типы колебаний, собственные резонансные частоты. Колебание основного типа в прямоугольном, цилиндрическом и коаксиальном резонаторах.	Ответы на контрольные вопросы и задания

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Исходные понятия и используемый математический аппарат	Решение задач по теме: элементы векторного и тензорного анализа.	Проверка решения задач. Контрольная работа.
2	Основные законы теории электромагнитного поля	Решение задач по темам: статистические и стационарные электромагнитные поля, квазистатистические электромагнитные поля, плоские электромагнитные волны, распространение электромагнитных волн в различных средах	Проверка решения задач. Контрольная работа.
3	Электромагнитные волны в средах с дисперсией	Решение задач по темам: электромагнитные волны с частотной дисперсией, распространение волн в средах со свободными зарядами, Поглощение электромагнитной волны при отражении и прохождении слоя плазмы.	Проверка решения задач. Контрольная работа.
4	Электромагнитные волны в направляющих системах и поля резонаторах	Решение задач по темам: линии передачи с волнами типа Т; объемные резонаторы; элементарные излучатели, волноводы, поверхностные электромагнитные волны и замедляющие структуры;	Проверка решения задач. Контрольная работа.

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.

По дисциплине проводятся двухчасовые лекционно-практические занятия. При этом в каждом модуле проводятся практические занятия, посвященные решению типовых задач по расчету основных характеристик и параметров анализируемых электромагнитных полей.

При проведении практических занятий используется интерактивная форма: визуализация сложных пространственно-временных электромагнитных явлений с использованием компьютерных симуляторов. В процессе практических занятий проводится обсуждение и разбор решений прикладных задач.

Такой инновационный подход позволил внедрить в процесс преподавания учебной дисциплины «Распространение электромагнитных волн» новые средства, формы и активные прогрессивные методы обучения. Используемые технологии способствуют реализации студентами своего личностного, познавательного и творческого потенциала и выполнению учебных и учебно-исследовательских работ по личным траекториям.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

текущий контроль: проверка домашних заданий по семинарским занятиям. Ответы на контрольные вопросы и на дополнительные вопросы, касающиеся соответствующих разделов основной дисциплины.

Промежуточный контроль:
– зачет.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации **Вопросы для устного опроса**

1. Понятие волнового процесса. Амплитудные, фазовые соотношения. Волновое уравнение. Гармонические волны. Уравнение Гельмгольца. Комплексное волновое число.
2. Плоские волны в однородной и изотропной среде. Общее решение волнового уравнения. Фаза волны. Разложение на гармонические составляющие. Волновой вектор в комплексном представлении.
3. Уравнения Максвелла в однородной и изотропной среде, материальные уравнения в диэлектрике и проводящей среде. Понятие импеданса.
4. Плоские гармонические волны в однородной среде, показатели поглощения и преломления. Диэлектрические потери. Предельные случаи малых и больших потерь. Глубины проникновения волн внутрь среды.
5. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии.
6. Закон сохранения энергии при адиабатическом распространении звуковой волны. Плотность потока энергии упругой волны.
7. Поляризация электромагнитных волн. Множитель поляризации. Физический смысл параметров Стокса.
8. Отражение и преломление волн на границе раздела. Зависимость модулей и фаз коэффициентов Френеля от угла падения на границу раздела. Угол Брюстера. Предельный угол полного отражения. Структура поля электромагнитные волны при полном внутреннем отражении. Изменение амплитуды, фазы и поляризации волн.
9. Свойства электромагнитные волны при прохождении границы раздела диэлектрик – проводник.
10. Применение приближенных граничных условий Леонтовича при распространении волн над проводящей поверхностью. Расчет коэффициента Френеля для горизонтально поляризованных волн.
11. Распространение электромагнитные волн в среде с дисперсией: зависимость от частоты фазовой скорости и амплитуды. Комплексное волновое число. Пространственная дисперсия. Уравнения Максвелла для среды с пространственной дисперсией. Волновой вектор, магнитная проницаемость, проводимость.
12. Частотная дисперсия диэлектрической проницаемости. Комплексный вектор поляризации среды.
13. Связь между дисперсией и поглощением. Частотный спектр. Вывод и анализ соотношений Крамерса-Кронинга.
14. Дисперсия при распространении в диэлектриках. Учет поляризации среды. Модель Друде-Лоренца. Дисперсия и поглощение вблизи резонансных частот. Дисперсионная формула.
15. Распространение волн в средах со свободными зарядами. Плазма. Диэлектрическая проницаемость и проводимость при наличии подвижных зарядов. Плазменная

частота. Поглощение электромагнитной волны при отражении и прохождении слоя плазмы.

16. Учет пространственной дисперсии среды: Негиротропные среды. Материальные уравнения. Анализ зависимости дисперсии от волнового вектора. Тензор диэлектрической проницаемости.

17. Учет пространственной дисперсии среды: Гиротропные среды. Анализ поведения продольных и поперечных волн вблизи резонансных частот. Эффект Фарадея.

18. Электромагнитные волны в анизотропных средах: Общие закономерности. Взаимное расположение векторов E, D, H, k . Дисперсионное уравнение.

19. Структура поля над проводящей плоскостью для волн магнитного и электрического типа. Двухплоскостной волновод.

20. Открытые и закрытые линии передачи. Основные требования к линиям передачи.

21. Поля различных типов волн в волноводах. Режимы в волноводах.

22. Затухание волн в волноводах. Отражения в линиях передачи и необходимость их согласования.

23. Выбор размеров волновода по заданному диапазону рабочих частот и типу волны. Предельная и допустимая мощности в волноводе.

24. Максимально допустимая длина волноводной линии передачи. Методы возбуждения поля в волноводах.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов, которые выносятся на зачет

1. Понятие волнового процесса. Амплитудные, фазовые соотношения. Волновое уравнение. Гармонические волны. Уравнение Гельмгольца. Комплексное волновое число.

2. Плоские волны в однородной и изотропной среде. Общее решение волнового уравнения. Фаза волны. Разложение на гармонические составляющие. Волновой вектор в комплексном представлении.

3. Уравнения Максвелла в однородной и изотропной среде, материальные уравнения в диэлектрике и проводящей среде. Понятие импеданса.

4. Плоские гармонические волны в однородной среде, показатели поглощения и преломления. Диэлектрические потери. Предельные случаи малых и больших потерь. Глубины проникновения волн внутрь среды.

5. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии.

6. Поляризация электромагнитных волн. Множитель поляризации. Физический смысл параметров Стокса.

7. Отражение и преломление волн на границе раздела. Зависимость модулей и фаз коэффициентов Френеля от угла падения на границу раздела. Угол Брюстера. Предельный угол полного отражения. Структура поля электромагнитные волны при полном внутреннем отражении. Изменение амплитуды, фазы и поляризации волны.

8. Распространение электромагнитных волн в среде с дисперсией: зависимость от частоты фазовой скорости и амплитуды. Комплексное волновое число. Пространственная дисперсия. Уравнения Максвелла для среды с пространственной дисперсией. Волновой вектор, магнитная проницаемость, проводимость.

9. Частотная дисперсия диэлектрической проницаемости. Комплексный вектор поляризации среды.

10. Связь между дисперсией и поглощением. Частотный спектр. Дисперсия при распространении в диэлектриках. Учет поляризации среды. Модель Друде-Лоренца. Дисперсия и поглощение вблизи резонансных частот. Дисперсионная формула.
11. Распространение волн в средах со свободными зарядами. Плазма. Диэлектрическая проницаемость и проводимость при наличии подвижных зарядов.
12. Плазменная частота. Поглощение электромагнитной волны при отражении и прохождении слоя плазмы.
13. Распространение квазимонохроматической волны (волнового пакета) в среде с дисперсией. Разложение в спектр. Фазовая и групповая скорости. Расплывание волнового пакета.
14. Энергия электромагнитного поля в диспергирующей среде. Объемная плотность потока энергии.
15. Электромагнитные волны в анизотропных средах: Общие закономерности. Взаимное расположение векторов E, D, H, k . Дисперсионное уравнение.
16. Электромагнитные волны в анизотропных средах: плоские волны в кристаллах. Дисперсионное уравнение Френеля. Поляризация волн. Лучевой вектор. Тензорный эллипсоид.
17. Оптические свойства кристаллов. Одноосный двуосный кристаллы. Лучевые поверхности. Фазовая и групповые скорости.
18. Преломление плоской волны на границе раздела. Законы преломления обыкновенной и необыкновенной волн.
19. Электромагнитные волны в магнитоактивных средах. Понятия гироэлектрической и гиромангнитной сред. Тензор диэлектрической проницаемости.
20. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Показатель преломления. Множитель поляризации.
21. Зависимость показателя преломления и множителя поляризации от направления распространения волны в плазме. Случаи продольного и поперечного распространения.
22. Структура поля над проводящей плоскостью для волн магнитного и электрического типа. Двухплоскостной волновод.
23. Поля различных типов волн в волноводах. Режимы в волноводах.
24. Затухание волн в волноводах. Отражения в линиях передачи и необходимость их согласования.
25. Выбор размеров волновода по заданному диапазону рабочих частот и типу волны. Предельная и допустимая мощности в волноводе.
26. Максимально допустимая длина волноводной линии передачи. Методы возбуждения поля в волноводах.
27. Линии передачи с волной типа Т. Уравнение Лапласа. Энергетические параметры линии передачи с волной типа Т.
28. Объемные резонаторы. Назначение резонаторов. Виды резонаторов. Свойства резонаторов.
29. Поля различных типов колебаний в резонаторах. Правила графического изображения поля резонатора.
30. Собственные и резонансные частоты резонаторов. Добротность резонаторов.

Зачет проводится в устной форме, при этом студентам задаются 2 вопроса из общего перечня вопросов к зачету.

Рекомендуется следующие критерии оценки знаний.

Оценка «**неудовлетворительно/не зачтено**» выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

- поверхностное знание теоретического материала;

- незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;
- грубые стилистические и речевые ошибки.

Оценка **«удовлетворительно/зачтено»** ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;
- в целом усвоили основную литературу;
- в ответах на вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;
- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;
- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;
- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы.

Оценка **«хорошо/зачтено»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;
- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;
- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;
- в ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка **«отлично/зачтено»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);
- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;
- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;
- владеют научным стилем речи;
- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебник для вузов: – М.: Радио и связь. 2007. 559 с.
2. Муромцев Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие. – СПб.: Лань 2014
3. Гильденбург В.Б., Миллер М.А. Сборник задач по электродинамике: учебное пособие. – М.: Физматлит 2001. - 168с.

5.2 Дополнительная литература:

- 1.Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред: учебное пособие. – М.: Физматлит 2005.
2. Фальковский О.И. Техническая электродинамика: учебник. – СПб.: Лань 2009
3. Барыкин В.Н. Электродинамика Максвелла без относительности Эйнштейна – М.: 2005
Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт», «Университетская библиотека ONLINE».

5.3. Периодические издания:

1. Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
2. Журнал технической физики.
3. Известия ВУЗов. Серия: Физика.
4. Успехи физических наук.
5. Физика. Реферативный журнал. ВИНТИ.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://ntb.tti.sfedu.ru/> (сайт научно-технической библиотеки ТТИ ЮФУ);
2. <http://elibrary.ru/> (сайт научной электронной библиотеки);
3. <http://www.exponenta.ru/> (образовательный математический сайт);
4. <http://www.i-exam.ru/> (сайт Научно-исследовательского института мониторинга качества образования, г. Йошкар-Ола).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Формирование у студентов способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию и эффективно её использовать происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лекционных и практических (семинарских) занятиях, причём самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Для понимания лекционного материала и качественного его усвоения студентам необходимо вести конспекты лекций. В течение лекции студент делает пометки по тем вопросам лекции, которые требуют уточнений и дополнений. Вопросы, которые преподаватель не отразил в лекции, студент должен изучать самостоятельно.

При подготовке к семинарским занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «Дополнительная» в представленном списке.

На семинарских занятиях рекомендуется принимать активное участие в обсуждении проблем, возникающих при решении учебных задач, развивать способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

- проработка конспекта лекций;
- чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы по изучаемому разделу дисциплины;
- решение домашних задач. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.
- При возникновении затруднений следует сформулировать конкретные вопросы к преподавателю.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Успешность освоения студентом учебной дисциплины отражается в его рейтинге – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам выполнения устных опросов и активности на семинарских занятиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

– обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;

– развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;

– создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Оригинальные программы и программы-симуляторы для выполнения расчетно-графических и лабораторных работ на ЭВМ.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:

<http://www.elibrary.ru>

2. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:

<http://www.college.ru/>

3. Каталог научных ресурсов:

<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>

4. Большая научная библиотека:

5. Физическая энциклопедия:

<http://www.femto.com.ua/articles/>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория, оснащенная переносным проектором и меловой доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитория, оснащенная переносным проектором и меловой доской.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет.
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, оснащенная переносным проектором и меловой доской.
5.	Самостоятельная работа	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет.