

Министерство культуры Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Е. В. САЗОНОВА
ректор

Сертификат: 00eec2e5b252a0885bc682f9fa99feef8b
Основание: УТВЕРЖДАЮ
Дата утверждения: 19 июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

**«Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и
антенны»**

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: очная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: аудиовизуальных систем и технологий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 академ. час. / 2 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 50,3 час.

самостоятельная работа: 21,7 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
практикум (выполнение лабораторной работы)	6
практикум (выполнение практических заданий)	6
присутствие на занятии (лекции и п.з.)	6
тест	6
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	6

Рабочая программа дисциплины «Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

Составитель(и):

Перельгин С.В., доцент кафедры , к.т.н.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аудиовизуальных систем и технологий

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ЭБС

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель(и) дисциплины:

подготовка студентов к проектной и научно-исследовательской деятельности, направленной на создание и обеспечение функционирования устройств СВЧ и антенн в аудиовизуальных системах.

Задачи дисциплины:

освоение методов моделирования радиотехнических процессов в устройствах СВЧ и антеннах с целью анализа и оптимизации их параметров, а также методов разработки устройств СВЧ и антенн.

1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

Запись и воспроизведение информации

Топология сетей передачи данных

Нелинейные колебания и волны

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Акустические основы озвучивания помещений и качество звукопередачи

Музыкальная акустика

Научно-исследовательская работа

Радиотехнические системы

Цифровая обработка сигналов

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Профессиональные компетенции

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-5 — Способен собирать и анализировать исходные данные для исследования радиотехнических систем, их устройств, узлов, деталей.

ПК-5.1 — Применяет анализ данных для исследования и расчета радиотехнических систем.

Знает: принципы функционирования устройств СВЧ и антенн, аналитические и численные методы их расчета

Умеет: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.

Владеет: методиками расчета основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн.

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-5 — Способен собирать и анализировать исходные данные для исследования радиотехнических систем, их устройств, узлов, деталей.

ПК-5.2 — Использует собранные данные для анализа исследованных радиотехнических систем.

Знает: основные методы решения задач анализа и расчёта параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн

Умеет: применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств

Владеет: навыками обработки собранных данных для анализа качества работы радиотехнических систем

2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 академ. час. / 2 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 50,3 час.

самостоятельная работа: 21,7 час.

Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	6

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	6	Итого
Лекции	16	16
Практические	16	16
Лабораторные	16	16
Консультации	2	2
Самостоятельная работа	17,5	17,5
Самостоятельная работа во время сессии	4,2	4,2
Итого	71,7	71,7

2.2. Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Распространение радиоволн

Классификация ЭМВ. Особенности распространения ЭМВ различных диапазонов.

Тема 2. Основы теории длинной линии

Погонные параметры длинной линии. Телеграфные и волновые уравнения и их решения. Линия без потерь в режимах ХХ, КЗ и согласованной нагрузки.

Тема 3. Линии передачи СВЧ диапазона

Особенности распространения ЭМВ в волноводах. Прямоугольный волновод, круглый волновод, коаксиальная и полосковая линии передачи.

Тема 4. Элементы СВЧ-тракта

Резонаторы, мостовые устройства, направляющие ответвители, дуплексёры, фильтры СВЧ.

Тема 5. Разновидности линий связи

Тропосферная, метеорная, проводная, спутниковая, оптическая, волоконно-оптическая, радиорелейная линии связи.

Тема 6. Основы теории антенн

Классификация антенн. Параметры и характеристики передающей и приёмной антенн. Линейные, апертурные, рупорные, зеркальные антенны.

Тема 7. Основы теории антенных решёток

Структура и принцип построения АР. Модели сигналов АР. Диаграмма направленности линейной фазированной АР. Управление диаграммой направленности АР: методы DAS, MVDR, LCMV, Кейпона. Особенности приёма широкополосных сигналов.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
1	Распространение радиоволн	2	0	0	2	0	0	4
2	Основы теории длинной линии	2	0	4	2	0	0	8
3	Линии передачи СВЧ диапазона	2	0	4	2	0	0	8
4	Элементы СВЧ-тракта	2	0	0	2	0	0	4
5	Разновидности линий связи	2	0	0	2	0	0	4
6	Основы теории антенн	2	0	2	2	0	0	6
7	Основы теории антенных решёток	4	0	6	4	0	0	14
	ВСЕГО	16	0	16	16	0	0	48

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Моделирование бегущей волны и волнового пакета в свободном пространстве	1,5
2	Моделирование бегущей и стоячей волн в длинной линии	1,5
3	Моделирование волнового процесса в прямоугольном волноводе	3
4	Исследование диаграммы направленности вибраторной антенны	1,5
5	Исследование диаграммы направленности линейной антенной решётки	1,5
6	Исследование методов управления диаграммой направленности линейной антенной решётки	1,5
7	Исследование методов локации источников сигналов с помощью антенной решётки	1,5

5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Распространение радиоволн	1,5
2	Основы теории длинной линии	1,5
3	Линии передачи СВЧ диапазона	1,5

4	Элементы СВЧ-тракта	1,5
5	Разновидности линий связи	1,5
6	Основы теории антенн	1,5
7	Основы теории антенных решёток	3

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
практикум (выполнение лабораторной работы)	6
практикум (выполнение практических заданий)	6
присутствие на занятии (лекции и п.з.)	6
тест	6
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	6

6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Входной контроль отсутствует.

6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерные вопросы к тестированию:

К радиоволнам диапазона СВЧ относятся электромагнитные колебания, занимающие диапазон ... МГц...

Варианты ответов:

- a) 30 – 300
- b) 0,3 – 30
- c) 3000 – 30000
- d) 300 – 3000

Какие параметры электромагнитной волны не изменяются при переходе волны из одной среды в другую?

Варианты ответов:

- a) скорость
- b) поляризация
- c) частота
- d) ничего из перечисленного

Радиостанция работает на частоте $6 \cdot 10^7$ Гц. Найти длину электромагнитной волны, излучаемой антенной этой радиостанции, считая, что показатель преломления воздуха равен единице...

Варианты ответов:

- a) 0,2 м
- b) 0,5 м
- c) 2 м
- d) 5 м

Среди приведенных примеров электромагнитных волн наибольшей длиной волны обладает...

Варианты ответов:

- a) Инфракрасное излучение Солнца
- b) Ультрафиолетовое излучение Солнца
- c) Рентгеновское излучение
- d) Излучение антенны СВЧ-радиопередатчика

Что такое электромагнитная совместимость?

Варианты ответов:

- a) способность технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам
- b) устойчивость оборудования информационных технологий к электромагнитным помехам
- c) способность технических средств функционировать в условиях высокого электромагнитного излучения

Что из перечисленного является преимуществом радиорелейной линии?

Варианты ответов:

- a) независимость от сложного рельефа местности, высокая пропускная способность, дальность связи и надежность, в основном, благодаря возможности резервирования каналов.
- b) высокая скорость передачи данных в сравнение оптоволоконной магистралей
- c) дешевизна и простой принцип построения

Ретрансляторы, перемещающиеся по круговой геостационарной орбите, имеют период обращения вокруг нее, равный...

Варианты ответов:

- a) 12 ч
- b) 6 ч
- c) 24 ч
- d) 48 ч

Использование эффекта дальнего тропосферного распространения радиоволн УКВ диапазона позволяет организовать связь на расстоянии до...

Варианты ответов:

- a) 100 ÷ 500 м
- b) 300 ÷ 450 км
- c) 100 ÷ 150 км
- d) 1 ÷ 10 км

К какому диапазону длин волн относится сотовая связь?

Варианты ответов:

- a) УВЧ
- b) ОВЧ
- c) СВЧ
- d) КВЧ

Для чего нужен смеситель в составе преобразователя частот?

Варианты ответов:

- а) Для выявления разницы между двумя сигналами.
- б) Для смешивания горячей и холодной воды.
- в) Для формирования спектра комбинационных частот

В чём заключается функция задающего генератора в передатчике?

Варианты ответов:

- а) Обеспечение стабильного напряжения питания
- б) Обеспечение требуемой скорости распространения электромагнитной волны в пространстве.
- в) Обеспечение требуемого значения частоты колебаний.

Какие изменения сигнала осуществляет модулятор?

Варианты ответов:

- а) изменяет параметры несущего колебания по закону изменения модулирующего сигнала.
- б) изменяет параметры модулирующего сигнала по закону изменения несущего колебания.
- в) выделяет информационный сигнал из несущего колебания.
- г) выделяет информационный сигнал из модулирующего сигнала.

Автоматическая подстройка частоты – это...

Варианты ответов:

- а) Устройство или метод автоматического изменения и удержания необходимой частоты электрических колебаний генератора.
- б) Устройство или метод автоматического изменения и удержания необходимой частоты электрических колебаний усилителя.
- в) Устройство или метод автоматического изменения и удержания необходимой частоты электрических колебаний антенны.

Автоматическая регулировка усиления применяется для ...

Варианты ответов:

- а) исключения перегрузки задающего генератора.
- б) исключения перегрузки выходных каскадов приёмников при больших потерях на тепло.
- в) исключения перегрузки выходных каскадов приёмников при больших входных сигналах.

Усилитель, предназначенный для усиления электрических колебаний, соответствующих диапазону частот 20Гц – 20кГц - это ...

Варианты ответов:

- а) усилитель высоких частот
- б) усилитель низких частот
- в) усилитель сверхвысоких частот

Какие изменения в спектральной области осуществляет детектор?

Варианты ответов:

- а) перемещает спектр входного сигнала в область высоких частот
- б) перемещает спектр сигнала в область низких частот
- в) не изменяет спектр сигнала

Может ли спутник оставаться на полярной орбите Земли, если он движется со скоростью выше 11,2 км/ч?

Варианты ответов:

- а) да;

- b) нет;
- c) в определенных случаях.

Откуда производится оптимальный запуск спутника на экваториальную орбиту?

Варианты ответов:

- a) с полюсов;
- b) с экватора;
- c) из любой точки земного шара

Чем обусловлен сдвиг частоты в эффекте Доплера?

Варианты ответов:

- a) расстоянием до КА;
- b) скоростью КА;
- c) размером КА.

6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Основные особенности радиосистем. Структура системы радиосвязи.
2. Структурная схема дуплексного радиоканала.
3. Основные функции и простейшая структура связного радиопередатчика.
4. Обеспечение различных видов модуляции в связных радиопередатчиках.
5. Структура типового связного радиопередатчика.
6. Структурная схема радиопередатчика с преобразованием частотных выходных сигналов.
7. Особенности телевизионных радиопередатчиков.
8. Структура радиопередатчика для цифровых систем передачи информации.
9. Особенности передачи СВЧ. Характеристика выходных каскадов.
10. Нестабильность частоты. Основные способы стабилизации частоты.
11. Способы формирования сетки фиксированных частот. Интерполяционный метод.
12. Способы подавления побочных составляющих в синтезаторах частоты.
13. Способы формирования сетки фиксированных частот. Метод цифровой АПЧ.
14. Основные функции и структура связного радиоприемника.
15. Основные типы детекторов в радиоприемниках.
16. Преобразование частоты в радиопередатчиках и радиоприемниках.
17. Автоматические регулировки в радиоприемниках.
18. Малошумящие усилители.
19. Напряженность поля в точке приема при распространении радиоволн (РРВ) в свободном пространстве.
20. Напряженность поля в точке приема при РРВ над плоской идеальной поверхностью Земли.
21. Групповая и фазовая скорость РРВ.
22. Строение атмосферы и ионосферы Земли.
23. Классификация радиоволн по диапазону частот. Особенности РРВ в диапазонах СДВ и ДВ.
24. Особенности РРВ в диапазонах СВ и КВ.
25. Способы борьбы с замираниями радиосигналов в точке приема.
26. Методы автовыбора и сложения при разнесенном приеме.
27. Общая характеристика РРВ в диапазонах УКВ и СВЧ.
28. Способы увеличения дальности связи в диапазонах УКВ и СВЧ.
29. Общая характеристика радиорелейной связи (РРЛ).
30. Общая характеристика тропосферной, ионосферной и метеорной связи.
31. Общая характеристика оптической радиосвязи.

32. Структура ретрансляционной станции РРЛ связи.
33. Принципы обеспечения многоканальной связи. Частотное уплотнение радиолиний.
34. Временное уплотнение линий связи. Понятие о кодовом уплотнении.
35. Принципы построения систем спутниковой связи (ССС). Характеристика орбит **связных ИСЗ**.
36. Основные системы управления группировкой связных спутников.
37. Структура бортового ретранслятора ССС.
38. Структура земной станции ССС.
39. Обеспечение многостанционного доступа в ССС.
40. Эффект Доплера в ССС и способы борьбы с его влиянием.
41. Назначение и основные характеристики антенн.
42. Проволочные антенны. Симметричный вибратор.
43. Структура, принцип действия и характеристики антенн типа «волновой канал». Антенны «бегущей волны».
44. Структура, принцип действия и характеристики рупорных антенн.
45. Структура, принцип действия и характеристики параболических антенн. Одно- и двухзеркальные антенны.

6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнение учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
Обязательная аудиторная работа			
Тест	12	1	12
Практикум (Выполнение практических заданий)	3	7	21
Присутствие на занятии (лекции и п.з.)	1	16	16
Практикум (Выполнение лабораторной работы)	3	7	21
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

Система оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала по БРС	Отметка о зачете	Оценка за экзамен, зачет с оценкой
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

7.1. Литература

1. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 704 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/118/#1>
2. Устройства СВЧ и антенны : методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения : направление подготовки: 11.03.01 - Радиотехника / [сост.: С. В. Перелыгин]. - Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2019. - 14 с.- Электрон. версия печ. публикации. - Текст : электронный.
https://elib.gikit.ru/books/pdf/2019/Metodicheskaya%20literatura/Perelygin_Ustrojstva_SVCh_i_antenny_MU_kontrolnaja_2019.pdf
3. Григорьев, А.Д. Микроволновая электроника [Электронный ресурс] : учеб. / А.Д. Григорьев, В.А. Иванов, С.И. Молоковский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 496 с. Режим доступа: на территории института без ограничений, вне института - по логину и паролю
<https://e.lanbook.com/reader/book/74674/#1>
4. Сушков, А. Д.. Вакуумная электроника: физико-технические основы [Текст] : учебное пособие для вузов: рекомендовано отраслевым мин-вом / А. Д. Сушков. - СПб. : Лань, 2004. - 464 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
5. Антенны [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Т. Зырянов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 416 с
<https://e.lanbook.com/reader/book/72576/#1>
6. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/50680/#1>

7.2. Интернет-ресурсы

1. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Matlab

Microsoft Office

Microsoft Windows

7.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>

Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>

7.5. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.
Лаборатория информационных систем и технологий в медиаиндустрии	Лабораторное оборудование: лабораторные комплексы: "Исследование спектральных и временных характеристик аудиосигналов", "Исследование устройств динамической обработки цифровых фонограмм", "Исследование алгоритмов компрессии цифровых аудиоданных", "Многоканальные акустические системы", телевизор.
Лаборатория информационных систем и технологий в медиаиндустрии	Лабораторное оборудование: лабораторные комплексы: "Исследование влияния отрицательной обратной связи на параметры и качественные показатели усилителей", "Исследование усилителя мощности звуковых частот", "Исследование функциональных устройств на основе ОУ".

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучать разделы дисциплины рекомендуется по темам в соответствии с содержанием рабочей программы дисциплины, придерживаясь следующего порядка:

1. Ознакомиться с программой по этой теме.
2. Прочитать лекционный материал и страницы рекомендованных учебников, которые раскрывают содержание данной темы. При первом чтении следует уяснить основные положения. При втором чтении следует вносить особо важные положения, схемы, модели, отсутствующие в конспекте. Отметить вопросы, которые оказались непонятными.
3. По возможности получить консультацию преподавателя, если непонимание частных вопросов препятствует дальнейшему пониманию дисциплины.
4. Изучить материал тщательно, стремясь понять и усвоить основные теоретические положения, закономерности.
5. В процессе изучения следует дополнить конспект лекций материалами, облегчающими понимание данной темы. Такой конспект позволит улучшить теоретическую подготовку и экономит время при подготовке к зачету.
6. В конспекте должны присутствовать следующие материалы:
 - Основные теоремы с приводимыми доказательствами;
 - Основные определения и формулировки;
 - Исходные предпосылки для вывода формул и окончательные формулы;
 - Краткие выводы по изучаемой теме.

В целом обучение строится по классической схеме изложения материала с последующим закреплением и контролем качества усвоения материала.

Лабораторные работы и практические задания могут быть выполнены обучающимися как самостоятельно, так и в малых группах.

Основные сведения курса изложены в информационных блоках (лекционный материал, рекомендуемая литература).

Контроль и самоконтроль проводится в течение всего периода изучения дисциплины. Закрепление теоретического материала производится во время выполнения лабораторных работ и практических занятий и защиты выполненных работ, а также при помощи тестирования. Непосредственное общение студента с преподавателем является наиболее эффективным способом изучения дисциплины.

Зачет по теоретической части дисциплины проводится только после успешного выполнения и защиты всего комплекса заданий.