

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра радиотехнических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Устройства генерирования и формирования сигналов в инфокоммуникационных системах»

Направление подготовки
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)
магистерская программа "Сети, системы и устройства телекоммуникаций"

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от «18» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов в инфокоммуникационных системах» является изучение и усвоение принципов работы, методов анализа основных типов устройств, предназначенных для генерирования и формирования электромагнитных колебаний. К целям курса так же можно отнести: знакомство с параметрами и характеристиками таких устройств, с основными техническими и конструктивными требованиями к ним, связью этих требований с назначением и параметрами радиотехнических систем и комплексов.

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Устройства генерирования и формирования сигналов в инфокоммуникационных системах» относится к вариативной части Блока 1.

Для освоения данной дисциплины студент должен уметь применять математические методы для решения практических задач, владеть навыками решения дифференциальных и разностных уравнений, обладать умениями математического моделирования и анализа радиотехнических систем, навыками практического применения поиска и обмена информацией в глобальных компьютерных сетях, уметь использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Информатика и программирование», «Электроника», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы».

Полученные в курсе знания необходимы для изучения дисциплин "Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем", "Цифровое телерадиовещание", "Системы передачи на основе сигналов высокой размерности", "Теория комплексирования радиотехнических систем", а также для выполнения курсовых работ и выпускной квалификационной работы по направлению "Инфокоммуникационные технологии и системы связи".

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
Общекультурные компетенции		
ОК-6	Способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	Знать: - о роли устройств формирования и генерирования радиосигналов в радиотехнике Уметь: - исследовать и моделировать устройства формирования и генерирования радиосигналов Владеть навыками: - методологии применения устройств формирования и генерирования радиосигналов
Профессиональные компетенции		

ПК-3	<p>Готовностью осваивать принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности разрабатываемых и используемых сооружений, оборудования и средств связи; способностью к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации технических средств телекоммуникации, направляющей среды передачи информации</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологией в области устройств формирования радиосигналов - основные принципы функционирования генераторов с внешним возбуждением и автогенераторов; - основные типы устройств генерирования и формирования радиосигналов - методы анализа и расчета устройств генерирования радиосигналов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - получать математические модели генераторов, построенных на различных принципах - самостоятельно разбираться в методиках расчёта устройств формирования радиосигналов и применять их для решения поставленной задачи - осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые компоненты для создания устройств формирования радиосигналов <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – расчета режимов работы генераторов с внешним возбуждением и автогенераторов с заданными характеристиками
------	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** академических часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа							
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа		
1	Общие сведения об устройствах формирования радиосигналов.	1	1						Задания для самостоятельной работы	
2	Теория генератора с внешним возбуждением. Усилитель мощности.	1	1	1	4	1		7	Задания для самостоятельной работы	
3	Выбор оптимальных режимов работы генератора с внешним возбуждением	1	1	2				7	Задания для самостоятельной работы	
4	Теория автогенератора (на примере генератора Ван-дер-Поля)	1	2	1	8	2		7	Задания для самостоятельной работы	
5	РС-генераторы, трёхточечная схема автогенератора	1	1	2	4	1		7	Задания для самостоятельной работы	
6	Анализ диаграмм срыва и смещения автогенератора	1	2	2		1		7	Задания для самостоятельной работы	
						2	0,5	33,5	Экзамен	

	Всего за 1 семестр		8	8	16	7	0,5	68,5	
	Всего		8	8	16	7	0,5	68,5	

Содержание разделов дисциплины:

1. Общие сведения об устройствах формирования радиосигналов

Введение. Общие сведения об устройствах формирования радиосигналов (УФР). Области применения и основные электрические характеристики этих устройств. Историческая справка.

2. Теория генератора с внешним возбуждением. Усилитель мощности

Структурная схема генератора с внешним возбуждением (резонансного усилителя мощности - УМ). Типы и области применения типовых активных элементов (АЭ), аппроксимация их статических характеристик. Эквивалентные схемы биполярного и полевого транзистора. Режимы работы АЭ. Гармонический анализ токов АЭ. Нагрузочные характеристики УМ, особенности работы УМ на комплексную нагрузку.

3. Выбор оптимальных режимов работы генератора с внешним возбуждением

Общие принципы построения схем резонансных УМ. Цепи согласования АЭ с возбудителем и нагрузкой. Фильтрация высших гармоник. Построение цепей питания и смещения. Баланс мощностей в УМ. Ключевые режимы работы УМ. Энергетические показатели генераторов в ключевом режиме.

4. Теория автогенератора (на примере генератора Ван-дер-Поля)

Автогенератор гармонических колебаний (АГ) как основа возбудителя. Уравнения стационарного режима в АГ. Определение частоты и амплитуды колебаний. Основные режимы работы АГ. Условия самовозбуждения и устойчивости колебаний в АГ. Мягкий и жесткий режимы работы АГ. Расчет характеристик АГ при кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного элемента. Управление частотой колебаний в АГ. Влияние параметров схемы АГ на частоту колебаний.

5. RC-генераторы, трёхточечная схема автогенератора

Схемы автогенераторов.

RC-генератор, обобщённая трёхточечная схема АГ. Построение цепей питания и смещения.

6. Анализ диаграмм срыва и смещения автогенератора

Диаграммы срыва и смещения. Нагрузочные и регулировочные характеристики АГ. Выбор режима АЭ в АГ. Расчет и построение диаграмм при кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного элемента.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор существующих типов устройств формирования и генерирования радиосигналов, обсуждаются базовые принципы и подходы к их исследованию и разработке.

На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая

структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков. Практическое занятие строится на материале академической лекции. В ходе занятия отрабатываются практические приемы анализа и расчета радиотехнических устройств (генераторов различного типа).

Лабораторное занятие – занятие, в лаборатории связанное с выполнением практических заданий. В ходе лабораторных занятий под руководством преподавателя студенты осваивают навыки настройки, моделирования и исследования реальных радиотехнических устройств. Применяют на практике теоретические знания и умения, полученные на лекционных и практических занятиях.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ - Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyl.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Генерирование колебаний и формирование радиосигналов: учеб. пособие / В. Н. Кулешов, Н. Н. Удалов, В. М. Богачев и др.; под ред. В. Н. Кулешова и Н. Н. Удалова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 416 с.

б) дополнительная литература

1. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов /В. В. Шахгильдян, В. Б. Козырев, А. А. Ляховкин и др.; Под ред. В. В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 1996. – 560 с.
2. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов / Под ред. В.И.Иванова; М-во связи РФ. - 2-е изд. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. - 232с.: ил.
3. Казаков Л. Н. LC-генератор при периодическом внешнем воздействии (анализ амплитуды и частоты вынужденных колебаний): Методические указания. / Л. Н.Казаков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 1998. - 27с
4. Казаков Л. Н. Статистический анализ цифровых систем радиоавтоматики: учеб. пособие. / Л. Н. Казаков, А. Б. Силантьев; Яросл. высш. зенитное ракетное училище противовоздушной обороны; Военно-воздушная академия - Ярославль: Б.и., 2009. - 164 с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
(<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
(www.biblioclub.ru).

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

Аудитории, оборудованные для проведения лекций, практических занятий и консультаций, фонд библиотеки, компьютерная техника. Лаборатория, оснащенная лабораторными макетами, измерительной и компьютерной техникой для проведения лабораторных занятий.

Автор(ы) :

Доцент кафедры радиотехнических систем, к.т.н. _____ Д.Э. Палей
(подпись)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Устройства генерирования и формирования сигналов в
инфокоммуникационных системах»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

Задания для самостоятельной работы

Задания по теме № 2

«Теория генератора с внешним возбуждением. Усилитель мощности»

1. Самостоятельно выбрать активный элемент для генератора с внешним возбуждением по справочнику (биполярный транзистор, триод)
2. Провести кусочно-линейную аппроксимацию реальных характеристик, взятых из справочника.
3. Для кусочно-линейной аппроксимации выбрать рабочую точку, которой соответствует угол отсечки 90° . Получить входную и выходную динамические характеристики.
4. Используя полученные характеристики найти параметры S , E' к $S_{кр}$
5. В усилительном каскаде транзистор работает на настроенную нагрузку. Режим критический. Каким станет режим, если:
 - а) увеличить амплитуду входного гармонического напряжения;
 - б) уменьшить напряжение смещения;
 - в) увеличить сопротивление нагрузки;
 - г) уменьшить сопротивление нагрузки;
 - д) расстроить нагрузку, не изменяя активную составляющую ее проводимости;
 - е) уменьшить напряжение питания коллектора.
6. Транзистор работает с углом отсечки тока 90° и амплитудой входного напряжения $U_{вх} = 0,5$ В. Напряжение отсечки $E' = 0,6$ В. Каким нужно выбрать напряжение смещения, чтобы сделать угол отсечки равным 60° ? Как при этом изменится высота импульса тока? Как изменятся постоянная составляющая и амплитуды первой, второй и третьей гармоник коллекторного тока?
7. Транзистор работает с углом отсечки тока 90° и высотой импульса коллекторного тока 1 А. Какова амплитуда первой гармоники коллекторного тока? Как нужно выбрать напряжение смещения, чтобы сделать угол отсечки равным 75° ? Как при этом смещении изменятся высота импульса тока и амплитуда его первой гармоники?

8. Транзистор работает с углом отсечки тока 90° и амплитудой входного напряжения $U_{вх} = 0,5$ В. В каких пределах нужно изменять напряжение смещения, чтобы амплитуда первой гармоники коллекторного тока изменялась на $+60\%$?

Задания по теме № 3

«Выбор оптимальных режимов работы генератора с внешним возбуждением»

1. Каковы основные постановки задач оптимизации режима АЭ в усилителях мощности?

2. Для активных элементов, выбранных в качестве объекта исследования в предыдущем задании, построить и объяснить зависимости $I_{к0}(U_{в})$, $I_{к1}(U_{в})$, $P_0(U_{н})$, $P_1(U_{н})$, $\eta(U_{н})$ при двух значениях:

- а) амплитуды напряжения возбуждения;
- б) напряжения смещения;
- в) напряжения питания цепи коллектора.

3. При каком угле отсечки оценивают максимальную мощность, отдаваемую активным элементом? Почему?

4. Максимальная мощность, отдаваемая транзистором при угле отсечки 90° , ограничена значением допустимой мощности, рассеиваемой транзистором. Она превышает требуемую мощность на 25% . Какой вариант снижения отдаваемой мощности предпочтительнее:

- а) снижение напряжения питания коллектора при фиксированной высоте импульса тока коллектора;
- б) снижение импульса тока при фиксированном напряжении питания коллектора;
- в) уменьшение угла отсечки при фиксированных напряжении питания коллектора и высоте импульса тока?

5. Для активных элементов, выбранных в качестве объекта исследования в предыдущем задании, построить и объяснить зависимости $I_{к0}(R_{н})$, $I_{к1}(R_{н})$, $P_0(R_{н})$, $P_1(R_{н})$, $\eta(R_{н})$ при двух значениях:

- а) амплитуды напряжения возбуждения;
- б) напряжения смещения;
- в) напряжения питания цепи коллектора.

6. Сформулируйте требования к цепям согласования усилителя мощности. Чем отличаются требования к межкаскадным цепям и цепям согласования с фидером (антенной)?

7. Дайте определение КПД цепи согласования. Получите выражение для расчета КПД через добротность катушки индуктивности и добротность нагруженной цепи.

Задания по теме № 4

«Теория автогенератора (на примере генератора Ван-дер-Поля)»

1. Объясните назначение автогенератора в передатчике.

2. Какими параметрами характеризуется выходной сигнал автогенератора? Какие характеристики АГ наиболее важны?

3. Что такое усиление по кольцу обратной связи АГ? Напишите и объясните уравнение стационарного режима АГ.

4. Как записывается и что определяет уравнение баланса фаз?

5. Как записывается и что определяет уравнение баланса амплитуд? Чем отличается условие самовозбуждения от уравнения баланса амплитуд?

6. Что такое коэффициент обратной связи АГ?

7. Что такое управляющее сопротивление АГ?

8. Назовите необходимые условия устойчивости стационарного режима АГ.

9. Что такое колебательная характеристика АЭ в АГ?

10. Чем отличается мягкий режим возбуждения работы АГ от жесткого?

11. Постройте колебательную характеристику и график средней крутизны АГ при выборе рабочей точки на линейном участке входной характеристики (использовать кусочно-линейную аппроксимацию)

12. Постройте колебательную характеристику и график средней крутизны АГ при выборе рабочей точки равном напряжению отсечки (использовать кусочно-линейную аппроксимацию).

Задания по теме № 5

«RC-генераторы, трёхточечная схема автогенератора»

1. Перечислите основные типы схем одноконтурных АГ. Нарисуйте их эквивалентные схемы.

2. Какая из трехточечных схем лучше для генерации колебаний с высокой стабильностью частоты?

3. Получите условия генерации емкостной трехточки с нагрузкой

4. Получите условия генерации индуктивной трехточки с нагрузкой

5. Рассчитайте частоту генерации RC-генератора на мосте Вина по заданным R и C.

Задания по теме № 6

«Анализ диаграмм срыва и смещения автогенератора»

1. Что такое диаграмма срыва? Как использовать ДС для анализа стационарного режима АГ?

2. Нарисуйте семейство ДС: а) при различных R_k и постоянном k ; б) при различных k и постоянном R_k .

3. Что такое диаграмма смещения? Как использовать ДСм. для анализа стационарного режима АГ?

4. Приведите примеры использования аппарата ДС-ДСм. для построения нагрузочных и регулировочных характеристик АГ.

5. Постройте ДС и ДСм срыва при выборе рабочей точки на линейном участке входной характеристики (использовать кусочно-линейную аппроксимацию).

6. Постройте ДС и ДСм при выборе рабочей точки равном напряжению отсечки (использовать кусочно-линейную аппроксимацию).

2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к экзамену:

1. Генераторы: назначение, классификация. Генератор с внешним возбуждением: назначение, принципиальная схема. Триод. Основные параметры. Статические и динамические характеристики.

2. Генератор с внешним возбуждением: назначение, принципиальная схема, основные элементы, принцип работы. Режимы работы активного элемента. Формы импульсов выходного тока активного элемента (генераторной лампы или транзистора) с активной и резонансной нагрузкой.

3. Угол отсечки. Классификация режимов работы ГВВ по напряжённости и углу отсечки выходного тока АЭ. Недонапряженный и перенапряженный режим.

4. Анализ режимов работы генератора с внешним возбуждением при линейной аппроксимации характеристик активного элемента. Гармонический анализ. Коэффициенты Берга. Формы импульсов выходного тока активного элемента.

5. Энергетические показатели ГВВ. КПД выходной цепи ГВВ. Нагрузочные характеристики. Оптимизация энергетических характеристик.

6. Цепи согласования. Г-образная цепочка. КПД цепи согласования.

7. Цепи согласования. П-образная цепочка.

8. Устойчивость работы ГВВ. Виды и причины неустойчивости. Влияние обратной связи. Коэффициент передачи по кольцу

9. Исследование устойчивости ГВВ. Критерий Раусса-Гурвица. Примеры.

10. Исследование устойчивости ГВВ. Критерий Михайлова.

11. Исследование устойчивости ГВВ. Критерий Найквиста.

12. Автогенератор. Условия возникновения и существования колебаний. Условия баланса фаз и баланса амплитуд. Средняя крутизна, колебательная характеристика. Примеры.

13. Автогенератор. Зависимость режима работы от выбора рабочей точки. Условия самовозбуждений колебаний.

14. Автогенератор. Мягкий режим возбуждения колебаний. Анализ при линейной аппроксимации характеристики активного элемента.

15. Автогенератор. Жесткий режим возбуждения колебаний. Анализ при линейной аппроксимации характеристики активного элемента.

16. Автогенератор. Анализ устойчивости стационарных состояний. Мягкий и жесткий режим возбуждения. Диаграммы бифуркаций.

17. Трехточечная схема автогенератора. Вывод уравнения. Анализ устойчивости.

18. Индуктивная трехточка Вывод уравнения. Анализ устойчивости.

19. Емкостная трехточка Вывод уравнения. Анализ устойчивости.

20. RC-генератор. Анализ устойчивости.

- 21.** RC-генератор с фазовращающей цепью в ОС.
- 22.** RC-генератор на мосте Вина.
- 23.** Диаграмма срыва автогенератора. Анализ при линейной аппроксимации характеристики активного элемента. Схема автогенератора с автосмещением.
- 24.** Автосмещение. Диаграмма смещения. Анализ при линейной аппроксимации характеристики активного элемента. Устойчивость состояний равновесия.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов в инфокоммуникационных системах»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов в инфокоммуникационных системах» являются лекции. Объем изучаемого материала в рамках дисциплины достаточно большой, вместе с тем учебный план предполагает всего одно аудиторное занятие раз в две недели.

Вследствие этого для успешного изучения дисциплины очень студентам важно проводить большой объем самостоятельной работы. На такую работу учебным планом отводится достаточно большое количество часов. А в рамках изучения дисциплины предусмотрено достаточно большое количество задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий.

Решение задач предусмотрено по всем темам курса. Задачи позволят применить теоретические подходы лекционного материала к конкретным радиотехническим устройствам. Каждый вид задач разбирается на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации.

Основная цель решения задач – привить студентам практические навыки анализа и расчета генераторов различного типа. Это невозможно без регулярного повторения пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Т.к. объем самостоятельной работы достаточно велик, большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. Все задания для самостоятельной работы дома, аналогичны задачам разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Проверка и контроль усвоения теоретического и практического материала осуществляется на каждом практическом занятии при проверке и разборе домашнего задания. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

Учебным планом предусмотрено выполнение лабораторных работ, которые являются неотъемлемой частью изучения дисциплины. В ходе лабораторных занятий под руководством преподавателя студенты осваивают навыки настройки, моделирования и исследования реальных радиотехнических устройств, применяют на практике теоретические знания и умения, полученные на лекционных и практических занятиях. Без выполнения лабораторных работ в полном объеме освоение материала дисциплины невозможно.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса и задачу. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов в инфокоммуникационных системах» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.