

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «24» июня 2021 г. № 5

Зав. кафедрой Шарипов Т.И. / 

Согласовано:
Председатель УМК физико-технического ин-
ститута

Балапанов М.Х. / 

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА
(наименование дисциплины)

Вариативная дисциплина

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.03 «Радиофизика»

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

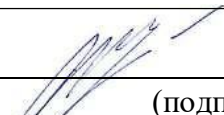
«Цифровые технологии обработки информации»

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Магистр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) <u>доцент, канд.техн.наук</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Рыжиков О.Л.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2021г.
Уфа 2021 г.

Составитель / составители: канд.техн.наук, доцент Рыжиков О.Л.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «25»июня 2021 г.
№ 5

Заведующий кафедрой



/ Т.И. Шарипов

Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	5 (26)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	24
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	24
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	25
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Теоретическая радиотехника» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

ОПК-4 способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" ;

ПК-2 способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта;

ПК-3 способностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей;

ПК-6 способностью составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами.

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Перспективы развития цифровых информационных технологий и цифровых систем связи	ОК-3	
	2. Математические методы описания и измерения информационных характеристик непрерывных, дискретных и цифровых источников сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи.	ОПК-4	
	3. Методы помехоустойчивого кодирования и компрессии информации в цифровых системах	ПК-2	
	4. Методы защиты информации от несанкционированного доступа	ПК-3	
	5. Методы оптимизации устройств, предназначенных для цифровой обработки, получения, передачи и приема сигналов	ПК-6	
Умения	1. Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования	ПК-2	
	2. Выполнять расчеты основных характеристик цифровых источников информации, цифровых каналов связи на основе теории вероятностей и статистических методов	ПК-3	
	3. Выполнять количественную и качественную оценку номинальных и	ПК-6	

	предельных характеристик цифровых систем передачи и обработки сигналов		
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. программирования в объеме, составления моделей сигналов, помех, линейных и нелинейных преобразований сигналов, процессов кодирования и декодирования	ПК-2	
	2. Навыками компьютерных расчетов статистических, корреляционных и спектральных характеристик сигналов	ПК-3	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая радиотехника» является вариативной и входит в раздел «Б1.В.» ФГОС по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика».

Данная дисциплина является базовой в плане теоретической подготовки высококвалифицированных работников, владеющих современными математическими, статистическими и численными методами расчета радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем.

Дисциплина «Теоретическая радиотехника» входит в раздел общепрофессиональных дисциплин ФГОС-3 для подготовки магистров направления 03.04.03 «Радиофизика» по профилю «Цифровые технологии обработки информации».

В курсе «Теоретическая радиотехника» используются единые принципы математических расчетов характеристик сигналов в радиотехнических системах, в современных цифровых системах связи и в информационных системах. В свою очередь, теоретической базой курса «Теоретическая радиотехника» являются основные сведения из дисциплин естественно-научного и профессионального циклов: математики, информатики, физики, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, теории электрических цепей, электроники, аналоговой и цифровой схемотехники.

Целью преподавания дисциплины «Теоретическая радиотехника» является изучение процессов получения, передачи, приема и преобразования аналоговых и цифровых сигналов в радиотехнических системах.

В результате изучения дисциплины «Теоретическая радиотехника» у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно проводить математические расчеты и экспериментальные исследования различных характеристик сигналов в аналоговых и в цифровых радиотехнических устройствах; осуществлять формирование, преобразование и обработку сигналов; оценивать реальные и предельные возможности статистических, корреляционных и спектральных характеристик радиотехнических систем.

Предусмотренный программой «Теоретическая радиотехника» учебный материал является не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение для формирования дипломированных специалистов по направлению 03.04.03 «Радиофизика».

Основными задачами освоения дисциплины «Теоретическая радиотехника» является следующее:

- Изучение основ теории информации;
- Знакомство с основными методами математического описания радиотехнических сигналов с различной степенью стохастичности;
- Изучение аналоговых и цифровых методов измерения основных характеристик радиотехнических сигналов;

- Знакомство с основными методами математического описания сигналов в линейных радиотехнических цепях;

- Знакомство с основными методами математического описания сигналов в нелинейных радиотехнических цепях;

В курсе «Теоретическая радиотехника» предполагается более глубокое изучение отдельных разделов, связанных с методами математического описания преобразования характеристик аналоговых и цифровых радиотехнических сигналов в линейных и нелинейных системах. При изучении указанных теоретических разделов особое внимание уделяется практической реализации аналоговых и цифровых радиотехнических систем различного назначения.

Приступая к изучению курса «Теоретическая радиотехника», студенты должны свободно владеть основными понятиями и методами теории линейных и нелинейных электрических цепей, теории вероятностей, математического анализа, линейной алгебры, комбинаторики, информатики и вычислительной техники, основ радиоэлектроники и статистической радиофизики. Приступая к выполнению лабораторных и практических занятий по курсу «Теоретическая радиотехника», студенты должны свободно владеть практическими навыками работы на современных персональных компьютерах в среде Linux, Windows, Office, должны знать хотя бы два алгоритмических языка высокого уровня (Pascal, Delphi, Basic, C++, ...), иметь навыки работы с электро- и радиоизмерительными приборами.

На лабораторных занятиях студенты приобретают навыки работы с электро- и радиоаппаратурой, измерительными приборами, компьютерной техникой и периферийным оборудованием, прорабатывают и закрепляют учебный материал на конкретных практических задачах и примерах.

В курсе «Теоретическая радиотехника» предполагается основное внимание уделить рассмотрению вопросов, связанных с математическим описанием непрерывных и дискретных сигналов, аналоговых и цифровых радиотехнических систем, теории информации, экспериментальным методам определения основных характеристик радиотехнических сигналов.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Основные вопросы, рассматриваемые в рамках дисциплины «Теоретическая радиотехника». Передача сигналов на расстояние и используемые в радиотехнике частоты. Функциональная схема радиотехнического канала связи. Основные виды преобразования сигналов в радиотехнических цепях.	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап	Классификация сигналов, используемых в радиотехнике. Детерминированные сигналы. Динамический хаос. Случайные сигналы. Помехи. Радиотехнические цепи и особенности их анализа. Линейные и нелинейные цепи. Параметрические цепи.	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки

Третий этап	Владеть основными принципами системного анализа	Практически не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки
-------------	---	------------------------	---

ОПК-4 способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Непрерывные и дискретные сообщения. Определение источника, дискретного канала связи (ДКС), кодирования и декодирования Двоичные, многоуровневые и многопозиционные дискретные коды.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках
Второй этап	Непрерывные и дискретные каналы связи Примеры математического описания дискретных каналов связи (ДКС). m-ичный симметричный канал связи без памяти. Двоичный по входу симметричный канал без памяти со стиранием. Двоичный канал с аддитивным	Не умеет	Умеет проводить информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач

	шумом.		
Третий этап	<p>Частное количество информации. Мера количества информации, выдаваемой источником Энтропия дискретного случайного сигнала Основные свойства энтропии. Энтропия двоичных и m-ичных процессов Условная энтропия как мера количества информации, теряемой при передаче сообщений в расчете на один символ. Свойства условной энтропии</p>	<p>Не способен работать с различными источникам и информации ;</p>	<p>Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач</p>

ПК-2 способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	<p>Линейные цепи. Линейные операторы. Импульсная характеристика. Интеграл Дюамеля. Переходная характеристика. Связь между импульсной и переходной характеристиками</p>	<p>Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала</p>	<p>Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах</p>

Второй этап	Частотный коэффициент передачи и его связь с импульсной характеристикой Линейные динамические системы и их описание с помощью дифференциальных уравнений.	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки
Третий этап	Владеть качественным анализом и синтезом информационных систем	Практически и не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

ПК-3 способностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Безынерционные нелинейные преобразования сигналов Нелинейные искажения и их измерение. Спектр сигнала в безынерционном нелинейном преобразователе при гармоническом внешнем воздействии	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап	Устойчивость цепей с обратной связью.	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные

			ошибки
Третий этап	Использование нелинейных функциональных преобразователей для расширения динамического диапазона и улучшения отношения сигнал/шум в радиотехнических системах	Практически и не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные ошибки

ПК-6 способностью составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Необходимость преобразования информационных сигналов при их передаче на большие расстояния. Основные виды модуляции непрерывных сигналов	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала	Знает всё или допускает незначительные ошибки в ответах
Второй этап	Амплитудная модуляция (АМ) Основные характеристики АМ. Тональная АМ. Спектр АМ сигнала при тональной модуляции. Распределение мощности в АМ сигнале. Эффективность АМ.	Не умеет	Умеет все либо допускает незначительные ошибки
Третий этап	Векторная диаграмма АМ сигнала Многотональная	Практически и не владеет	Владеет в совершенстве либо допускает незначительные

	АМ. Спектр АМ сигнала при многотональной модуляции. Спектр сигнала при произвольной форме модулирующего сигнала. Некоторые специальные виды АМ. Балансная АМ. Однополосная АМ. Полярная АМ. Детектирование АМ сигналов различных видов.		ошибки
--	--	--	--------

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные законы функционирования радиотехнических систем и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в системах этого типа.	ОПК-4	Устный опрос, контрольная работа
2-й этап Умения	1. Уметь применять компьютерные программы для расчета радиотехнических систем.	ПК-2	Контрольная работа Устный опрос

	2. Уметь рассчитывать датчики радиотехнических систем	ПК-2	Устный опрос
	3. Уметь анализировать основные схемы, основанные на использовании радиотехнических устройств	ПК-3	Лабораторные работы
3-й этап Владеть навыками	Владеть экспериментальными навыками по физической реализации радиотехнических систем	ПК-2	Контрольная работа
	Владеть навыками использования радиотехнических расчетов	ПК-6	Расчетно-графическая работа,

Система контроля и оценивания успеваемости студента.

В течение семестра усвоение студентами программы дисциплины проверяется с помощью устного опроса на практических занятиях и с помощью проведения контрольных, лабораторных и расчетно-графической работ. Итоговой оценкой является зачет.

Примерные вопросы для зачета:

1. Линейные и нелинейные цепи. Свойства линейных операторов.
2. Импульсная характеристика. Интеграл Дюамеля.
3. Переходная характеристика. Связь между импульсной и переходной характеристиками.
4. Частотный коэффициент передачи. Связь между импульсной характеристикой и частотным коэффициентом передачи.
5. Линейные динамические системы. Описание динамических систем с помощью дифференциальных уравнений.
6. Комплексный коэффициент передачи линейной динамической системы.
7. Различные виды обратной связи ОС. Последовательная и параллельная по входу и выходу ОС. ОС по току и напряжению.
8. Передаточная характеристика линейной системы с обратной связью. Основные свойства систем с положительной и отрицательной обратной связью.
9. Устойчивость цепей с обратной связью.
10. Автогенераторы гармонических сигналов. Метод фазовой плоскости анализа автоколебательных систем. Режим малого и большого сигнала. Мягкий и жесткий режим самовозбуждения.
11. Безынерционные нелинейные преобразования сигналов.
12. Спектральный состав сигнала в безынерционном нелинейном преобразователе при гармоническом внешнем воздействии.
13. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты.
14. Безынерционное нелинейное преобразование суммы гармонических сигналов. Преобразователи частоты.
15. Спектральный анализ стационарных случайных процессов. Спектральная плотность мощности и ее физический смысл.
16. Связь между АКФ и спектральной плотностью мощности. Теорема Винера-Хинчина. Время корреляции и ширина спектра. Связь между ними. Модель δ -коррелированного шума.
17. Аналоговые методы измерения спектральной плотности мощности.
18. Фурье-методы спектрального анализа случайных процессов. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Пример программы, реализующих ДПФ и БПФ
19. Теория двухуровневого (телеграфного) случайного сигнала.

20. Теория многоуровневого случайного сигнала.
21. Расчет АКФ и СПМ многоуровневого случайного сигнала.
22. Случайные сигналы и особенность их математического описания. Моментные функции.
23. Статистические характеристики случайных процессов. Одномерные и многомерные функции распределения. Характеристическая функция. Эргодичность. Условия эргодичности.
24. Взаимная и автокорреляционная функция. Стационарные и нестационарные случайные процессы.
25. Гауссовские случайные процессы.
26. Спектральный и корреляционный анализ стационарных случайных процессов.
27. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.
28. Расчет числа пересечений и выбросов для гауссовского шума.
29. Флуктуации огибающей и фазы узкополосного случайного сигнала.
30. Широкополосные и узкополосные случайные процессы. Нормализация широкополосного случайного сигнала при его прохождении через узкополосные линейные цепи.
31. Основные виды собственных шумов радиотехнических систем. Эквивалентная температура и коэффициент шума радиотехнических систем.

Образец билета для зачета:

<p><u>ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет</u> <u>Зачет за 2018/2019 уч.гг.</u> <u>Кафедра физической электроники и нанофизики</u> <u>Дисциплина «Теоретическая радиотехника»</u> <u>Билет <u>10</u></u></p>	
<p>Вопрос 1. Основные вопросы, рассматриваемые в рамках дисциплины «Теоретическая радиотехника».</p> <p>Вопрос 2 . Случайные сигналы и особенность их математического описания. Моментные функции.</p> <p>Задача 1. Вычислите спектр сигналов $S_1(t)$, используя тригонометрическую форму ряда Фурье. Постройте графики сигналов во времени и соответствующие им спектральные диаграммы в частотной области</p> $S_1 = U_0 + U_m \cos(\omega_n t + \varphi_0)$	
<p><u>Зав.кафедрой</u></p>	<p><u>Р.З. Бахтизин</u></p>

Критерии оценивания ответа на зачете

За ответы на вопросы билета выставляется оценка «зачтено». Для допуска к зачету студент должен закрыть все имеющиеся задолженности по предмету.

- **оценка «зачтено»**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы. Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета. Также если , если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **оценка «незачтено»**, выставляется студенту, если допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

Примерные вопросы для проведения текущего контроля (устного опроса)

1. Основные вопросы, рассматриваемые в рамках дисциплины «Теоретическая радиотехника».
2. Передача сигналов на расстояние и используемые в радиотехнике частоты. Функциональная схема радиотехнического канала связи.
3. Основные виды преобразования сигналов в радиотехнических цепях.
4. Классификация сигналов, используемых в радиотехнике. Детерминированные сигналы. Динамический хаос. Случайные сигналы. Помехи.
5. Радиотехнические цепи и особенности их анализа. Линейные и нелинейные цепи. Параметрические цепи.
6. Проблема электромагнитной совместимости радиотехнических устройств.
7. Функциональные пространства и их базисы. Понятие n -мерного линейного векторного пространства. Принцип векторного представления сигналов. Евклидово пространство векторов. Норма вектора. Скалярное произведение векторов.
8. Энергетические характеристики сигналов. Энергия, мгновенная и средняя мощность сигнала.
9. Ортогональные базисные функции. Представление сигналов элементарных колебаний. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность аппроксимации сигналов рядами Фурье.
10. Гармонический анализ периодических сигналов. Примеры спектров периодических сигналов. Представление сигналов в действительной и комплексной областях.
11. Гармонический анализ непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Спектральная плотность сигнала.
12. Соотношение между длительностью импульса и шириной его спектра.
13. Амплитудный спектр сигнала. Спектральная плотность мощности. Фазово-частотные характеристики сигналов.
14. Взаимная корреляционная ВКФ и автокорреляционная АКФ функции. Связь между АКФ и СПМ. Теорема Винера-Хинчина. Основные свойства АКФ.
15. Преобразование Лапласа.

16. Необходимость преобразования информационных сигналов при их передаче на большие расстояния. Основные виды модуляции непрерывных сигналов.
17. Амплитудная модуляция (АМ). Основные характеристики АМ. Крутизна характеристики модулятора. Коэффициент глубины АМ. Тональная АМ. Спектр АМ сигнала при тональной модуляции. Распределение мощности в АМ сигнале. Эффективность АМ. Векторная диаграмма АМ сигнала. Многотональная АМ. Спектр АМ сигнала при многотональной модуляции. Спектр сигнала при произвольной форме модулирующего сигнала. Некоторые специальные виды АМ. Балансная АМ. Однополосная АМ. Полярная АМ. Детектирование АМ сигналов различных видов.
18. Угловая модуляция (УМ). Частотная (ЧМ) и фазовая (ФМ) модуляция как две разновидности угловой модуляции. Однотональная ФМ. Девиация частоты. Индекс УМ. Спектральное разложение сигнала с УМ при малых индексах модуляции. Многотональная УМ. Спектральное разложение сигнала с УМ при больших индексах модуляции. Сопоставление спектральных характеристик сигналов с АМ и УМ. Помехоустойчивость ЧМ сигналов. Детектирование ЧМ сигналов. Детектор с расстроенным контуром. Детектор отношений. Частотный дискриминатор. Подавление паразитной амплитудной модуляции.
19. Импульсная модуляция. Амплитудно-импульсная модуляция. Кодово-импульсная модуляция. Широтно-импульсная модуляция.

Критерии оценивания устного ответа.

Ответ засчитывается, если он дан по существу вопроса и в основном содержит необходимую информацию. Допускаются небольшие ошибки или незнание некоторых деталей.

Если ответ не засчитывается, студент должен представить на следующем занятии подробный письменный ответ на заданный вопрос. Для допуска к экзамену студент не должен иметь «незакрытых» задолженностей по устному опросу.

Контрольные работы

Контрольная работа является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Контрольная работа состоит из двух заданий. Время выполнения – 90 минут.

Структура билета:

Билет состоит из теоретического вопроса и задачи.

Задачи для контрольных работ текущего контроля

Описание контрольной работы №1:

Время выполнения – 90 минут.

Пример варианта контрольной работы №1:

... Вариант 2.

1. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.
2. Вычислите спектр сигналов $S_1(t)$, используя тригонометрическую форму ряда Фурье. Постройте графики сигналов во времени и соответствующие им спектральные диаграммы в частотной области

$$S_1 = U_0 + U_m \cos(\omega_n t + \varphi_0)$$

Описание контрольной работы №2:

время выполнения – 90 минут.

Пример варианта контрольной работы №2:

Вариант №3

1. Линейные динамические системы. Описание динамических систем с помощью дифференциальных уравнений.
2. Рассчитайте спектр сигналов $S_1(t)$ и постройте спектральные диаграммы, используя комплексную форму ряда Фурье.

$$S_1 = U_0 + U_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Критерии оценивания ответа на контрольную работу контроля:

- Оценка «зачтено» ставится, если студент выполнил 50 % заданий и более.
- Оценка «не зачтено» ставится, если студент выполнил менее 50 % заданий.

Лабораторные работы

Лабораторная работа является оценочным средством для рубежных этапов освоения компетенций. Лабораторные работы выполняются на учебной лабораторной станции виртуальных приборов Circuit Desing Bundle, Ni ELVIS, корпорации National Instruments.

Темы лабораторных работ:

1. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов.
2. Временные характеристики линейных электрических цепей.
3. Амплитудно- и фазово-частотные характеристики сигналов.
4. Гармонический анализ непериодических сигналов.

Примеры тестовых опросов к лабораторным работам:

1. Укажите **формулу** приближенного расчёта числа периодов n свободных колебаний в цепи (при $\alpha^2 < \omega_0^2$), приняв длительность переходного процесса $t_{mn} \approx 3\tau$.

$$\begin{array}{cccc} \alpha/2 & \omega_c/2 & \approx \omega_c/2\alpha & 2\omega_c/\alpha \\ \circ & \circ & \circ & \circ \end{array}$$

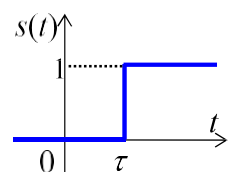
2. Укажите **вид** входного воздействия, используемого для получения переходной функции линейной электрической цепи.

- Синусоидальные (гармонические) колебания
- Прямоугольный импульс
- Обобщённые экспоненты вида $Ae^{-\alpha t} e^{j(\omega t + \varphi)}$
- Единичное ступенчатое воздействие (функция Хевисайда)
- Единичное импульсное воздействие (функция Дирака)
- Экспоненциальное воздействие вида $Ae^{\pm \alpha t}$

3. Укажите, какая из приведенных функций **соответствует** графику справа?

$$\begin{array}{cccccc} \delta(t) & 1(t) & \delta(t - \tau) & 1(t - \tau) & h(t) & g(t) \\ \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ \end{array}$$

4. Укажите, какие из приведенных признаков:



а) произведение функции $f(t)$ на δ -функцию, т. е. $f(t)\delta(t)$, отлично от нуля только при $t = 0$;

б) умножение любой функции $f(t)$ на единичную $1(t)$ функцию тождественно обращает функцию в ноль при $t < 0$ и сохраняет её значения при $t \geq 0$;

в) умножение функции $f(t)$ на $1(t - \tau)$ тождественно обращает функцию $f(t)$ в ноль при $t < \tau$ и сохраняет её значения при $t \geq \tau$,

г) умножение любой функции $f(t)$ на функцию $\delta(t - \tau)$ тождественно обращает в ноль все значения функции $f(t)$, кроме значения функции при $t = \tau$,

д) интеграл $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t) dt = f(0)$; е) интеграл $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)1(t - \tau) dt = \int_{\tau}^{\infty} f(t) dt$

характеризуют:

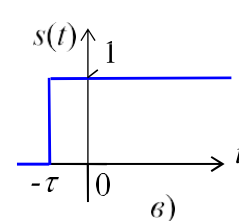
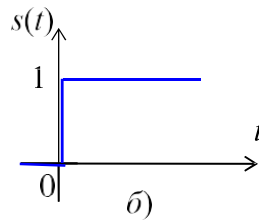
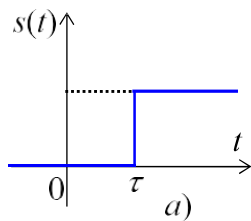
1. Свойства отсечки функции Хевисайда:

- а) б) в) г) д) е)

2. Свойство выборки функции Дирака:

- а) б) в) г) д) е)

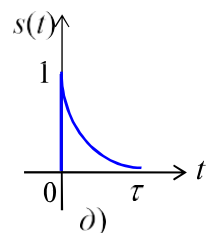
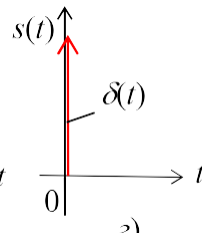
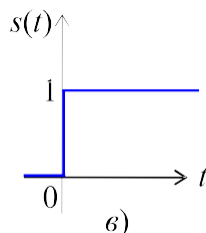
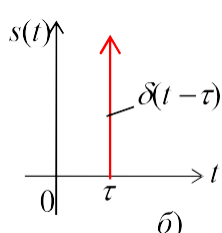
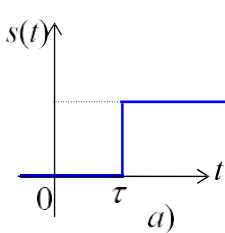
5. Укажите, какой из указанных **графиков** функций Хевисайда:



описывается выражением $1(t + \tau) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < -\tau; \\ 1 & \text{при } t \geq -\tau \end{cases}$

- а) б) в)

6. Укажите график **функции**,



1. Изображение (по Лапласу) которой равно $1/p$:

- а) б) в) г) д)

2. Изображение (по Лапласу) которой равно 1:

- а) б) в) г) д)

7. Укажите, чему равен **интеграл** $\int_{-\infty}^{\infty} U\delta(t - \tau) dt$?

- $U \cdot 1(t)$ $U\delta(t - \tau)$ $U 1(t - \tau)$ U $U\delta(t)$

8. Укажите, чему равен **интеграл** $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt$?

- $1(t - \tau)$
 ∞
 1
 $1(t)$

9. Укажите, какое из приведенных ниже определений относится к **переходной** функции цепи?

- Реакция свободной от начального запаса энергии цепи на единичное импульсное воздействие
 Реакция цепи на единичный скачок при нулевых начальных условиях
 Реакция цепи на любое входное воздействие
 Реакция цепи на гармоническое воздействие

10. Укажите, какое из приведенных ниже определений относится к **импульсной** (весовой) функции цепи?

- Реакция свободной от начального запаса энергии цепи на единичное импульсное воздействие
 Реакция цепи на единичный скачок при нулевых начальных условиях
 Реакция цепи на любое входное воздействие
 Реакция цепи на гармоническое воздействие

11. Укажите, какая из приведенных ниже функций относится к **переходному сопротивлению** (U_1 и I_1 – уровни входного сигнала)?

- $h(t) = \frac{i_2(t)}{I_1} \cdot 1(t)$
 $h(t) = \frac{i_2(t)}{U_1} \cdot 1(t)$
 $h(t) = \frac{u_2(t)}{U_1} \cdot 1(t)$
 $h(t) = \frac{u_2(t)}{I_1} \cdot 1(t)$

12. Можно ли определить **импульсную** функцию цепи из соотношения $g(t) = \mathbf{L}[H(p) \cdot 1/p]$?

- Да
 Нет

13. Можно ли определить **переходную** функцию цепи из соотношения $h(t) = \mathbf{L}[H(p)]$?

- Да
 Нет

14. Переходная функция цепи при $t = 0$ не равна нулю, т. е. $h(0) \neq 0$. По какому из приведенных ниже выражений определяют **импульсную** функцию цепи?

- $g(t) = \frac{dh(t)}{dt}$
 $g(t) = \mathbf{L}[pH(p)]$
 $g(t) = h(0)\delta(t) + \frac{dh(t)}{dt}$
 $g(t) = \mathbf{L}[H(p) \cdot 1/p]$

15. Укажите изображение, **соответствующее** переходной функции $h(t)$.

- $H(p)$
 $H(p)/p$
 $1/p$
 1

16. Можно ли утверждать, что передаточная функция цепи есть изображение её **переходной** функции?

- Да
 Нет

17. Можно ли утверждать, что передаточная функция цепи равна преобразованию Лапласа её **импульсной** функции, т. е. $H(p) = \int_0^{\infty} g(t) e^{-pt} dt$?

- Да
 Нет

Критерии оценивания лабораторную работу:

- Оценка «зачтено» ставится, если студент выполнил 60 % заданий и тестовых опросов и более.

- Оценка «не зачтено» ставится, если студент выполнил менее 60 % заданий и тестовых опросов.

Расчетно-графическая работа

При выполнении расчетно-графической работы у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-2 способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта;

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные законы функционирования радиотехнических систем и их математическое и физическое обоснование, ограничения их применений, основные параметры, характеризующие процессы в системах этого типа	ПК-2	Расчетно-графическая работа,
2-й этап Умения	1. Уметь применять компьютерные программы для расчета радиотехнических систем	ПК-2	Расчетно-графическая работа,
	2. Уметь рассчитывать датчики радиотехнических систем	ПК-2	Расчетно-графическая работа,
3-й этап Владеть навыками	Владеть экспериментальными навыками по физической реализации радиотехнических систем	ПК-2	Расчетно-графическая работа,

Задачи для расчетно-графических работ

Описание расчетно-графической работы №1:

Работа состоит из расчетно-графического задания. Время выполнения – 90 минут. Полное решение задачи оценивается в 15 баллов.

Задано ЧМК с одним синусоидальным сигналом. Частоту модулирующего сигнала F , его начальную фазу ψ и индекс модуляции m или девиацию частоты f_d возьмите в табл.1 в соответствии со своим номером варианта, а значение несущей частоты f_0 ее начальной фазы ϕ_0 и средней амплитуды возьмите в табл. 2 в соответствии с номером подварианта. *Um*

Требуется:

- записать аналитическое выражение для мгновенной частоты ЧМК;
- записать аналитическое выражение ЧМК;
- построить спектральную диаграмму ЧМК;

г) для вариантов, отмеченных *, построить векторную диаграмму (по спектральной) в момент времени $t=0$;

д) определить практическую ширину спектра ($2\Delta f_{\text{пр}}$).

Табл.1

Парам.	вариант										
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
$F, кГц$	20	12	30	200	10	150	15	60	100	18	
$\Psi, град$	60	60	45	30	30	22,5	90	120	45	120	
m	-	4	-	-	5	-	-	3	-	-	
$f_{д, кГц}$	100	-	150	40	-	45	75	-	20	18	

Табл.2

Парам.	подвариант										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$F_0, кГц$	20	12	30	200	10	150	15	60	100	18	
$\Psi_0, град$	60	60	45	30	30	22,5	90	120	45	120	
$Um, В$	-	4	-	-	5	-	-	3	-	-	

Номер варианта и подварианта для студента определяет преподаватель.

Каждая расчетно-графическая работа должна иметь:

1. Титульный лист.
2. Исходное задание для конкретного варианта (соответствующего номеру записи студента в журнале группы).
3. Решение, содержащее основные расчеты.
4. Список использованной литературы.
5. Приложение (таблицы, блок-схемы, графики, диаграммы и рисунки и т.п.).

Расчетно-графическая работа засчитывается, если содержит необходимую информацию. Допускаются небольшие ошибки или незнание некоторых деталей.

Если ответ не засчитывается, студент должен представить на следующем занятии подробный письменный ответ на заданный вопрос. Для допуска к экзамену студент не должен иметь «незакрытых» задолженностей по расчетно-графической работе.

Оценка за расчетно-графическую работу проставляется в отдельной ведомости.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Браммер, Юрий Александрович. Радиотехника : учебник / Ю. А. Браммер, В. Д. Малинский, И. Н. Пащук .— Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : Высшая школа, 1969 .— 536 с.(В библиотеке БГУ имеется 7 экз.)
2. Гоц С.С. Теория электрической связи. – Курс лекций. – Уфа: РИО БашГУ, 2009. – 132 с.
3. Баскаков С.И. Теоретическая радиотехника. - М.:Высшая школа, 2003, 463 с.

Дополнительная литература:

1. Современная микросхемотехника / А. Г. Алексенко .— М. : Энергия, 1979 .— 112 с. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 994) .Радиотехнические цепи и сигналы :

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины **А). Ресурсы Интернет.**

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

Б). Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)

1. Радиоавтоматика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум по дисциплине "АСУ и радиоавтоматика" в программно-аппаратной среде NI ELVIS II / Башкирский государственный университет; сост. О.П. Рыжиков. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. Публикации.

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: лаборатория 428 (физмат корпус).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: лаборатория 428 (физмат корпус), лаборатория 427 (физмат корпус).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения</p>	<p align="center">Лаборатория 428</p> <p>1. ЖК телевизор 42 LG 42 LE 4500 (LED 1920*1080. HDMI.D-Sub.RCA.SCART. Component. USB) 42LE, инв. № 000002101048689.</p> <p>2. Лабораторная станция Elvis с картой сбора данных – PCI-6251, 3 шт., инв.№ 000001101043879, 000001101043880, 000001101043885.</p> <p>3. Монитор LG 19 1280*1024, инв.№ 000002101047293.</p> <p>4. Монитор LG L 1942P-SF Silver 19", 5 шт., инв.№ 000002101047465, 000002101047466, 000002101047467, 000002101047468, 000002101047469.</p> <p>5. Осциллограф C1-114, инв.№ 000001101040107.</p> <p>6. Персональный компьютер в комплекте Моноблок iRU 502 21.5, 2 шт., инв.№ 410134000001194, 410134000001204.</p> <p>7. Системный блок HP Pavilion Slimline S3500F AMD Athlon 64, 2 шт., инв. № 000002101047360, 000002101047361.</p> <p>8. Системный блок HP Pavilion Slimline S3500F AMD Athlon 64, NIVADA GeForce 6150 SE (кл-па, мышь), 4 шт., инв. № 000001101044995, 000001101044996, 000001101044998, 000001101044999.</p> <p>9. Системный блок компьютера AMD Athlon64 350,</p>	<p>1. Statistica Advanced for Windows v.11 English / v.10 Russian Academic Однопольз. Версии. Договор № 263 от 07.12.2012г. Подтверждается лицензиями с серийными номерами (SN) AXAR301F662429FA-0, AXAR301F662529FA-E, AXAR301F662329FA-4. Срок лицензии – бессрочно. (428).</p> <p>2. Statistica Automated Neural Networks for Windows v.11 English / v.10 Russian Academic Однопольз. Версии. Договор №263 от 07.12.2012г. Подтверждается лицензией с серийным номером (SN) XXDR301F662629FA-E. Срок лицензии – бессрочно. (428)</p> <p>3. Statistica Base for Windows v.11 English /v.10 Russian Academic Однопольз. версии.</p>

<p>групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: лаборатория 428 (физмат корпус).</p> <p>4. помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).</p>	<p>инв.№ 000001101043713.</p> <p>10. Учебная лабораторная станция виртуальных приборов Circuit Desing Bundle, Ni ELVIS, 4 шт., инв.№ 000002101047313, 00002101047314, 000002101047315, 000002101047316.</p> <p>20. Учебная мебель.</p> <p style="text-align: center;">Лаборатория 427</p> <p>1. Прибор Щ-4313, инв. № 000001101041622.</p> <p>2. Учебная лабораторная станция виртуальных приборов Circuit Design Bundle, NI ELVIS, инв.№ 000002101047312.</p> <p>3. Спектрофотометр</p> <p>5. Учебная мебель.</p> <p style="text-align: center;">Читальный зал № 2</p> <p>1. Научный и учебный фонд.</p> <p>2. Научная периодика.</p> <p>3. ПК (моноблок) - 3 шт.</p> <p>4. Wi-Fi доступ для мобильных устройств.</p> <p>5. Неограниченный доступ к ЭБС и БД.</p> <p>6. Количество посадочных мест – 50.</p> <p>Зал доступа к электронной информации библиотеки</p> <p>1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет.</p> <p>2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС.</p> <p>3. Количество посадочных мест – 8.</p>	<p>Договор № 263 от 07.12.2012 г. Подтверждается лицензиями с серийными номерами (SN) BXXR301F662129FA-T, BXXR301F662229FA-8. Срок лицензии – бессрочно. (428)</p> <p>4. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия: OLP NL Academic Edition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Срок лицензии - бессрочная.</p> <p>5. Microsoft Office Standard 2013 Russian. OLP NL Academic Edition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Срок лицензии - бессрочная.</p> <p>6.«Права на программы для ЭВМ Office Standart 2013 Russian OLP NL Academic Edition», гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>
--	--	---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины « Теоретическая радиотехника» на 3 семестр
(наименование дисциплины)
очная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	48,7
лекций	
практических/ семинарских	30
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	59
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма контроля:
зачет 3 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	изучения						Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости и
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР	3	4			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	<p>1. Модуль 1. Общая характеристика радиотехнических сигналов. Основные вопросы, рассматриваемые в рамках дисциплины «Теоретическая радиотехника».</p> <p>2. Передача сигналов на расстояние и используемые в радиотехнике частоты. Функциональная схема радиотехнического канала связи.</p> <p>3. Основные виды преобразования сигналов в радиотехнических цепях.</p> <p>4. Классификация сигналов, используемых в радиотехнике. Детерминированные сигналы. Динамический хаос. Случайные сигналы. Помехи.</p> <p>5. Радиотехнические цепи и особенности их анализа. Линейные и нелинейные цепи. Параметрические цепи.</p>		2	2	6	Л. 3-С.11-37 Л. 6, Л.23	номера контрольных вопросов [1]: §1.11 №№1-18	устный опрос		
2	<p>6. Проблема электромагнитной совместимости радиотехнических устройств.</p> <p>7. Энергетические характеристики сигналов. Энергия, мгновенная и средняя мощность сигнала.</p> <p>8. Гармонический анализ периодических сигналов. Примеры спектров периодических сигналов. Представление сигналов в действительной и комплексной областях.</p> <p>9. Гармонический анализ непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Спектральная плотность сигнала.</p>		4	2	4	Л. 3-С.38-91 Л. 6, С. 83-98 Л.23	номера контрольных вопросов [1]: §3.12 №№1-15	Устный опрос		

	спектральные характеристики двойных информационных последовательностей. Частота Найквиста. 44. Многоуровневые информационные последовательности Корреляционные и спектральные характеристики многоуровневых информационных последовательностей.								[1]: §9.16 №№1-15	
	Всего часов:	30	18	59						

Примечание 1. Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

Примечание 2. Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к экзамену (контроль).

