

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

ИТВЕРЖДЕНО:
Проректор по учебной работе,
качеству образования первый
проректор
_____ Г. А. Хагуров
« 25 » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.01.03 Теория автоматического управления

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01.03 «Теория автоматического управления» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки

11.03.01 Радиотехника, направленность (профиль) «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов».

Программу составил:

В.М. Аванесов, доцент, к.т.н.


И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники, протокол №9 от «10» апреля 2023 г.

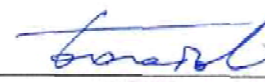
Заведующий кафедрой оптоэлектроники (разработчик)
доктор технических наук, профессор Яковенко Н.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол №10 от «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета
доктор физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Ялуплин М.Д., канд. физ.-мат. наук, зам. Начальника по проектной работе
ГБУЗ МИАЦ МЗ КК

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФТФ КубГУ

1 Цели и задачи освоения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью прохождения дисциплины является достижение следующих результатов образования:

- подготовка студентов по теоретическим основам, принципам построения, практическому проектированию трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиотехнических систем различного назначения;
- получение профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности в сфере радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов;
- практическое закрепление и углубление теоретических знаний обучающихся, полученных при изучении дисциплин Блока 1;
- комплексное формирование компетенций (ПК-1, ПК-2) обучающихся, приобретение ими практических навыков, необходимых для последующей производственной деятельности в условиях современного рынка радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов.

1.2 Задачи освоения дисциплины

Задачи освоения дисциплины включают в себя:

- закрепление теоретических знаний, полученных в результате освоения теоретических курсов и самостоятельной работы;
- формирование способности выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1);
- выполнять разработку структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств и систем (ПК-3);

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Место дисциплины в структуре ООП определяется следующим.

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к модулю по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений (Блок 1).

Дисциплина является составной частью учебных программ подготовки студентов бакалавриата.

Дисциплина является видом учебной работы, основным содержанием которой является выполнение практических учебных и учебно-исследовательских заданий, соответствующих характеру будущей профессиональной деятельности студента, обучающегося по направлению 11.03.01 Радиотехника по профилю: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов».

Дисциплина закрепляет знания и умения, приобретаемые студентами бакалавриата в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает первичные практические навыки, способствует формированию профессиональных компетенций обучающихся.

Дисциплина бакалавра в соответствии с ООП базируется на полученных обучающимися ранее знаниях по следующим дисциплинам: «Молекулярная физика», «Механика», «Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Введение в информатику», «Алгоритмизация и программирование», «Инженерная и компьютерная графика», «Иностранный язык».

Содержание дисциплины логически и методически тесно взаимосвязано с вышеуказанными дисциплинами, поскольку главной задачей прохождения дисциплины является закрепление и углубление теоретических знаний и практических умений, полученных студентами при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин в области радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов.

В процессе освоения дисциплины по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся должен формировать умения и готовности решать следующие профессиональные задачи:

- выполнять математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем (ПК-1);
- выполнять разработку структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств и систем (ПК-3).

Прохождению дисциплины предшествует и необходимо для изучения дисциплин: «Основы теории цепей», «Электроника», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Введение в робототехнику», «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Цифровые устройства и микропроцессоры», «Радиоавтоматика», «Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Цифровая обработка сигналов», «Радиотехнические системы», «Устройства генерирования и формирования сигналов», а также для подготовки и защиты курсовых проектов.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения при изучении дисциплины

В результате прохождения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции.

Код компетенция	Результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Знать: пакеты прикладных программ для моделирования объектов и процессов; типовые методики процессов построения модельных объектов и процессов в радиотехнических системах
	Уметь: использовать методики и прикладные программы моделирования
	Владеть: процессами моделирования объектов и процессов радиотехнических систем
ПК-3 Способен выполнять разработку структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств и систем	Знать: средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Уметь: читать принципиальные электрические схемы; применять средства автоматизации схемотехнического проектирования
	Владеть: навыками графического схемного ввода элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы; методами разработки схемотехнических решений аналоговых субблоков и построением списка связей

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, и 55 часов самостоятельной работы обучающихся. Распределение зачетных единиц (часов) по видам работ и семестрам представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		(часы)	
		6	
Контактная работа, в том числе:	62	62	
Аудиторные занятия (всего):	56	56	
Занятия лекционного типа	28	28	
Лабораторные занятия	28	28	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Иная контактная работа:	6	6	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	

Промежуточная аттестация (ИКР)			
Самостоятельная работа, в том числе:	82	82	
Курсовая работа			
Проработка учебного (теоретического) материала	55	55	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	0,3	0,3	
Подготовка к текущему контролю	26,7	26,7	
Контроль:			
Подготовка к экзамену			
Общая трудоемкость	144	144	144
	4	4	4

2.2 Содержание дисциплины

Содержание разделов программы дисциплины в 5 семестре, распределение бюджета времени прохождения дисциплины на выполнение представлено в таблице.

№ п/п	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		
1	Раздел 1. Общие положения	4	2				2
2	Раздел 2. Общие понятия ТАУ и автоматического управления	25,5	4	0	6	1,5	14
2.1	Принципы и основы построения САУ	7,5	1		2	0,5	4
2.2	Прямое, не прямое регулирование, одноконтурные, многоконтурные, связанные и несвязанные САУ	9,5	2		2	0,5	5
2.3	Непрерывные и дискретные системы	8,5	1		2	0,5	5
3	Раздел 3. Дифференциальные уравнения и частотные характеристики САУ	43,5	6	0	10	1,5	26
3.1	Уравнения САУ	7,5	1		2	0,5	4
3.2	Методика составления уравнений САУ. Линеаризация	11	1		2		8
3.3	Временные характеристики САУ	8	1		2		5
3.4	Частотные характеристики. Свободные и вынужденные колебания	8,5	1		2	0,5	5
3.5	Передаточная функция. Типовые звенья САУ. Преобразование структурных схем	8,5	2		2	0,5	4
4	Раздел 4. Метод переменных состояния в ТАУ	21	4	0	4	1	12
4.1	Переменные состояния и уравнения состояния динамической САУ	6	1			1	4
4.2	Матричная передаточная функция	7	1		2		4
4.5	Управляемость и наблюдаемость	8	2		2		4
5	Раздел 5. Устойчивость САУ	17	4	0	4	1	8
5.1	Понятие устойчивости. Критерии устойчивости	9	2		2	1	4
5.5	Запас устойчивости, определение областей устойчивости	8	2		2		4
6	Раздел 6. Нелинейные, оптимальные и дискретные САУ	33	8	0	4	1	20
6.1	Нелинейные САУ	8	2		1	1	4
6.2	Дискретные САУ	7	2		1		4
6.3	Оптимальные САУ	5	1				4
6.4	Адаптивные САУ	6	1		1		4
6.5	Цифровое управление в САУ	7	2		1		4
	Итого по дисциплине за 5-й семестр:	144	28	0	28	6	82

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1. Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1. Общие положения	Принципы и основы построения САУ. Прямое, не прямое регулирование, одноконтурные, многоконтурные, связанные и несвязанные САУ. Непрерывные и дискретные системы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
2.	Раздел 2. Общие понятия ТАУ и автоматического управления	Принципы и основы построения САУ. Прямое, не прямое регулирование, одноконтурные, многоконтурные, связанные и несвязанные САУ. Непрерывные и дискретные системы	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
3.	Раздел 3. Дифференциальные уравнения и частотные характеристики САУ	Уравнения САУ. Методика составления уравнений САУ. Линеаризация. Временные характеристики САУ. Частотные характеристики. Свободные и вынужденные колебания. Передаточная функция. Типовые звенья САУ. Преобразования структурных схем	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
4.	Раздел 4. Метод переменных состояния в ТАУ	Переменные состояния и уравнения состояния динамической САУ. Матричная передаточная функция. Управляемость и наблюдаемость	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
5.	Раздел 5. Устойчивость САУ	Понятие устойчивости. Критерии устойчивости. Запас устойчивости, определение областей устойчивости	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала
6.	Раздел 6. Нелинейные, оптимальные и дискретные САУ	Нелинейные САУ. Дискретные САУ. Оптимальные САУ. Адаптивные САУ. Цифровое управление в САУ	Учет активности на практических занятиях. Результаты устного или тестового опросов изученного материала

2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия)

Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия) планом не предусмотрены.

2.3.3. Занятия лабораторного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Раздел 2. Общие понятия ТАУ и автоматического управления	Моделирование в системе MatLab	Учет активности на занятиях. Результаты тестового контроля заданий
2.	Раздел 3. Дифференциальные уравнения и частотные характеристики САУ	Моделирование в системе MatLab	Учет активности на занятиях. Результаты тестового контроля заданий
3.	Раздел 4. Метод переменных состояния в ТАУ	Моделирование в системе MatLab	Учет активности на занятиях. Результаты тестового контроля заданий
4.	Раздел 5. Устойчивость САУ	Моделирование в системе MatLab	Учет активности на занятиях. Результаты тестового контроля заданий
5.	Раздел 6. Нелинейные, оптимальные и дискретные САУ	Моделирование в системе MatLab	Учет активности на занятиях. Результаты тестового контроля заданий

3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная

технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

При реализации учебной работы по освоению курса используются информационно-коммуникационные технологии, исследовательские методы в обучении, проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Теория автоматического управления».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач (указать иное) и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий (указать иное) к экзамену (дифференцированному зачету, зачету).

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Экзаменационные вопросы

1. Основные понятия и определения в теории автоматического управления.
2. Классификация систем автоматического регулирования.
3. Статические характеристики, способы получения, представления и линеаризации.

4. Временные, переходные и частотные характеристики; передаточные функции, логарифмические частотные характеристики.
5. Структурные схемы. Правила преобразования структурных схем.
6. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем.
7. Типовые звенья и их характеристики. Примеры звеньев.
8. Методы описания объектов, свойства объектов. Статические, астатические и неустойчивые объекты. Примеры объектов.
9. Понятие состояния. Уравнение объекта в переменных состояния. Наблюдаемость и управляемость.
10. Построение АФЧХ разомкнутых и замкнутых систем. Построение вещественной частотной характеристики замкнутой системы с использованием номограмм.
11. Построение ЛЧХ разомкнутой одноконтурной системы.
12. Устойчивость линейных систем. Необходимые и достаточные условия устойчивости. Критерии устойчивости и области их применения.
13. Критерии устойчивости Гурвица, Рауса, Михайлова и Найквиста.
14. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
15. Запас устойчивости. Способы определения запасов устойчивости.
16. Построение переходных характеристик систем.
17. Показатели качества. Способы повышения точности.
18. Корневые оценки качества. Интегральные оценки качества.
19. Изменение свойств элементов системы за счет использования обратных связей.
20. Синтез систем методом логарифмических характеристик. Построение ЛАЧХ по методу В.В.Солодовникова.
21. Построение ЛАЧХ по методу В.А.Бесекерского.
22. Метод гармонической линеаризации.
23. Прямой метод исследования устойчивости А.М. Ляпунова.
24. Абсолютная устойчивость нелинейных систем.
25. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
26. Оптимальные системы управления. Принцип максимума Понтрягина.
27. Адаптивных систем управления в механообработке. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.
28. Понятие чувствительности. Функции чувствительности. Условия нечувствительности.
29. Дискретные системы. Основные понятия и определения.
30. Амплитудно – импульсная модуляция. Передаточная функция модулятора
31. Решетчатые функции, разности и суммы.
32. Z – преобразование. Z – передаточные функции импульсных систем.
33. Частотные характеристики разомкнутых импульсных систем. Способы построения.
34. Устойчивость импульсных систем. Необходимые и достаточные условия устойчивости. Аналог критерия Гурвица.
35. Критерий устойчивости Найквиста для импульсных систем. Определение устойчивости импульсной системы по ЛЧХ.
36. Построение логарифмических частотных характеристик импульсных систем.
37. Построение желаемых логарифмических частотных характеристик импульсных систем.
38. Выбор непрерывных и дискретных корректирующих устройств в импульсных системах.
39. Способы построения переходных характеристик импульсных систем.

Перечень задач к экзамену

1. Типовая структура одноконтурной системы управления с микроЭВМ. Основные требования к САУ с микроЭВМ.

2. Задачи, решаемые ЦВМ. Методы исследования цифровых автоматических систем (ЦАС).
3. Линеаризация ЦАС. Передаточные функции ЦВМ и ЦАС.
4. Устойчивость ЦАС. Оценка качественных показателей.
5. Построение ЖЛАХ ЦАС. Выбор корректирующих устройств.
6. Прямое, параллельное и последовательное программирование работы ЦВМ.
7. Элементы алгебры логики: простые и сложные высказывания, логические операции, реализация логических операций “НЕ”, “ИЛИ”, “И” при помощи переключателей, реле и элементов “И-НЕ” и “ИЛИ-НЕ”.
8. Синтез одноконтурной системы управления несколькими исполнительными устройствами.
9. Синтез одноконтурной системы управления одним исполнительным устройством.
10. Синтез многоконтурной системы управления.
11. Инженерный метод минимизации уравнений, описывающих многоконтурную систему.
12. Выбор корректирующих устройств последовательного типа с использованием логарифмических характеристик.
13. Нелинейные системы и их особенности. Основные методы исследования нелинейных систем.
14. Типовые нелинейности и их характеристики.
15. Определение устойчивости и автоколебаний нелинейной системы по фазовым траекториям.

5 Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Основная литература:

1. Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Линейные системы. – СПб.: Питер, 2006. – 272 с.: ил.
2. Теория автоматического управления: учебник для студ. машиностр. спец. вузов / В. Н. Брюханов, М. Г. Косов, С. П. Протопопов [и др.]; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 268 с.: ил.
3. Агажанов, А.П. Теория автоматического управления: Учебное пособие / А.П. Агажанов. - СПб.: Лань, 2010. - 224 с.
4. Агравал, Г.П. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие / Г.П. Агравал. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с.
5. Власов, К.П. Теория автоматического управления. Основные положения. Программы расчета / К.П. Власов. - М.: Гуманитарный Центр, 2013. - 544 с.
6. Гайдук, А.Р. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (Полиномиальный подход) / А.Р. Гайдук. - М.: Физматлит, 2012. - 360 с.
7. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в Matlab: Учебное пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев. - СПб.: Лань, 2011. - 464 с.
8. Гюнтер, Н.М. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB - SIMULINK): Учебное пособие / Н.М. Гюнтер. - СПб.: Лань, 2016. - 256 с.
9. Шишмарёв, В.Ю. Теория автоматического управления: Учебник / В.Ю. Шишмарёв. - М.: Академия, 2017. - 224 с.
10. Юревич, Е.И. Теория автоматического управления / Е.И. Юревич. - СПб.: ВHV, 2016. - 560 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Потемкин В. Г., Рудаков П. И. Система MATLAB 5 для студентов. – 2-е изд., испр. и дополн. - М: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 448 с.
2. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов / Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина. - М: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 287 с.

3. Мартынов Н. Н., Иванов А. П. MATLAB 5.x. Вычисления, визуализация, программирование. - М: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 336 с.
4. Потемкин В. Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x. – в 2-х т. Том 1. - М: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 366 с.
5. Потемкин В. Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x. – в 2-х т. Том 2. - М: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 304 с.
6. Потемкин В. Г. Инструментальные средства MATLAB 5.x. - М: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 336 с.
7. Теория автоматического управления. Использование системы MATLAB для исследования систем автоматического управления. Лабораторный практикум. / Составитель Ахмадеев И. А. – Наб. Челны: Изд-во КамПИ, 2002. – 46 с.
8. Востриков А. С. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 365 с.: ил.
9. Ерофеев А. А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Политехника, 2001. – 302 с.: ил.
10. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с.

5.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Глобальные поисковые системы Internet: Google, Yandex и др.
2. Официальные сайты - источники отечественных и зарубежных нормативных документов:
3. сайт Министерства связи и массовых коммуникаций РФ: <http://www.minsvyaz.ru>;
4. сайт Главного радиочастотного центра РФ: <http://www.grfc.ru>;
5. сайт Европейского института стандартов в области телекоммуникаций: <http://www.etsi.org/>;
6. сайт Европейского института стандартов в - сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int/>;
7. сайт Федеральной комиссии по связи (США): <http://www.fcc.gov/> и др.
8. Оригинальные программы и программы-симуляторы для выполнения расчетно-графических и лабораторных работ на ЭВМ.
9. Специализированные библиотеки программ и алгоритмов системы для научных исследований MATLAB.
10. Специализированные библиотеки программ, алгоритмов и демонстрационных файлов среды для создания инженерных приложений SIMULINK.
11. Программный комплекс для электронного тестирования студентов с необходимым банком тестовых заданий.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Класс персональных компьютеров для проведения фронтальных лабораторных занятий с установленным программным обеспечением: операционная система WINDOWS XP, приложения MICROSOFT OFFICE, MATLAB, SIMULINK.
2. Лабораторная аудитория для проведения фронтальных лабораторных занятий с использованием лабораторных стендов для физического моделирования фрагментов систем радиосвязи.