

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям
_____ О.Г. Прохоренко

08 июля 2022 г.

Регистрационный № УД – 11678/уч.

ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1 - 31 03 01 Математика (по направлениям)

Направление специальности:

**1 - 31 03 01 - 04 Математика (научно-конструкторская
деятельность)**

2022 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 01-2013 и учебного плана № G31-209/уч. от 29.05.2015.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.Е. Бухтояров, доцент кафедры математической кибернетики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

М.И. Вашкевич, доцент кафедры электронных вычислительных средств Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доктор технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математической кибернетики Белорусского государственного университета
(протокол № 10 от 25.05.2022);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 29.06.2022).

Заведующий кафедрой
математической кибернетики _____ А.Л. Гладков

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Радиоэлектроника является отраслью знаний, чрезвычайно быстро развивающейся как в научном, так и в техническом плане. Появляются новые направления, использующие как новые научные идеи и методы, так и новые схемотехнические решения, новую техническую базу. Поэтому для математика-системотехника, конструктора, так важно обладать фундаментальными знаниями о приеме сигналов, передаче их по каналам связи, обработкой и преобразованием в радиотехнических цепях. Дисциплина «Основы радиоэлектроники» позволяет как раскрыть тесную связь математического описания с физической стороной рассматриваемого явления, так и научить составлять математические модели изучаемых процессов.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины «Основы радиоэлектроники» состоит в ознакомлении студентов с теорией и физикой процессов в основных радиоэлектронных устройствах, с элементной базой современной радиоэлектроники, с основными методами анализа и принципами функционирования аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств, и, в частности, компонентов радиочастотного тракта приемников и передатчиков.

Развивающей целью является дальнейшее формирование у студентов навыков математического и конструкторского мышления, радиотехнического расчета, схемотехнического моделирования и умения применять их в конкретных практических задачах.

Воспитательной целью является формирование у студентов стремления к дальнейшему получению знаний в области электроники и схемотехники и их использованию в прикладных задачах.

Основными задачами, решаемыми в рамках изучения дисциплины «Основы радиоэлектроники», являются

- изучение принципов работы основных радиоэлектронных устройств;
- овладение математическим аппаратом анализа сигналов в типовых линейных и нелинейных цепях;
- приобретение навыков работы в специализированных программных пакетах для проектирования и анализа радиотехнических систем.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием: учебная дисциплина относится к **циклу** дисциплин специализаций компонента учреждения образования.

Связи с другими учебными дисциплинами.

Изложение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория цепей, сигналов и схемотехника», «Системотехника аппаратно-программных систем».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Основы радиоэлектроники» должно обеспечить формирование следующих академических и профессиональных компетенций.

Академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками;
- АК-4. Уметь работать самостоятельно;
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

профессиональные компетенции:

- ПК-3. Применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности и в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности.
- ПК-5. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области математики и информационных технологий.
- ПК-8. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.
- ПК-9. Осуществлять выбор оптимального варианта проведения научно-исследовательских работ.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- принципы работы и электрические характеристики полупроводниковых приборов;
- методы анализа сигналов в типовых линейных и нелинейных цепях;
- принципы построения радиоэлектронных устройств: усилителей переменного и постоянного напряжения, мощности, широкополосных и частотно-избирательных; источников электропитания; генераторов гармонических колебаний; преобразователей частоты, модуляторов, детекторов; импульсных устройств генераторов и формирователей импульсов;

· уметь:

- использовать полученные знания для правильного выбора электронного устройства и задания его рабочего режима;
- находить параметры блоков, входящих в состав приемопередатчиков по их характеристикам;
- выполнять расчет типовых радиоэлектронных схем радиоприемных устройств, современных радиоэлектронных устройств и систем;

· владеть:

- навыками работы с системами автоматического проектирования, используемыми для исследования характеристик и измерения параметров

блоков, входящих в состав радиочастотных приемо-передатчиков, а также радиоэлектронных устройств на их основе;

– навыками работы с технической литературой, справочниками, стандартами, технической документацией по электронным приборам.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина «Основы радиоэлектроники» изучается в 7 семестре очной формы получения высшего образования по специальности 1-31 03 01 Математика (по направлениям), направление специальности 1-31 03 01-04 Математика (научно-конструкторская деятельность).

Всего на изучение учебной дисциплины «Основы радиоэлектроники» отведено 116 часов, в том числе 66 аудиторных часа, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 26 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2,5 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в радиоэлектронику

Тема 1.1. Задачи и направления радиоэлектроники

Радиоэлектроника как область науки и техники. Основные направления современной радиоэлектроники. Структурная схема радиоканала. Связь частоты сигнала с длиной электромагнитной волны. Диапазоны частот в радиоэлектронике. Объем сигнала и пропускная способность канала связи.

Раздел 2. Анализ линейных радиотехнических цепей

Тема 2.1. Основные понятия синусоидальных напряжений и токов (Периодические сигналы; гармонические сигналы; сигналы синусоидальной формы; синусная и косинусная формы записи; параметры сигналов: амплитуда, мгновенная фаза, начальная фаза, угловая частота, циклическая частота, период; разность фаз (фазовый сдвиг) напряжения и тока пассивного ДП; разметка оси времени (оси фаз); действующее значение синусоидального сигнала; среднее значение; энергетическая трактовка действующего значения; среднее выпрямленное значение; эффективное значение).

Тема 2.2. Метод комплексных амплитуд (Представление гармонических (синусоидальных) сигналов с помощью вращающихся векторов и комплексных величин; комплексная форма записи гармонических колебаний; комплексное мгновенное значение; комплексная амплитуда; оператор вращения; комплексное действующее значение; комплексное электрическое сопротивление (проводимость); комплексная форма записи ЗТК, ЗНК и закона Ома; комплексные сопротивления пассивных элементов; амплитудные и фазовые соотношения между напряжением и током R-, L- и C- элементов, метод комплексных амплитуд (МКА); комплексная схема замещения).

Тема 2.3. Методы расчета линейных цепей (Метод независимых уравнений Кирхгофа, метод узловых напряжений; метод контурных токов)

Тема 2.4. Комплексные функции цепи (Комплексная входная (передаточная) функция; передаточная функция по напряжению (току); комплексное входное сопротивление (проводимость); амплитудно-частотная, фазочастотная и амплитудно-фазовая характеристики; логарифмический масштаб; бел; децибел; полоса пропускания цепи).

Тема 2.5. Резонанс в колебательном контуре (Резонанс; многообразие признаков резонанса в пассивном ДП; последовательный (параллельный) колебательный контур; резонансная частота последовательного (параллельного) колебательного контура; характеристическое сопротивление; добротность; полоса пропускания; комплексные передаточные функции последовательного колебательного контура по напряжению на R,L,C).

Раздел 3. Общие сведения о радиотехнических сигналах

Тема 3.1. Классификация радиотехнических сигналов (Одномерные, многомерные; аналоговые, цифровые, дискретные; детерминированные, случайные; периодические, импульсные).

Тема 3.2. Аналитическая запись радиосигналов (Интегральное представление сигналов; комплексная форма записи сигналов; векторное представление сигналов; энергетические характеристики сигналов).

Тема 3.3. Спектральное представление периодических сигналов (Преобразование Фурье; ортогональные сигналы; ортонормированный базис; обобщенный ряд Фурье; спектральное представление сигнала; амплитудный и фазовый спектр; основная и высшие гармоники).

Раздел 4. Модуляция радиотехнических сигналов

Тема 4.1. Амплитудная модуляция (Однотональная амплитудная модуляция; коэффициент (глубина) АМ; спектр АМ сигнала и его ширина; энергетические характеристики АМ сигнала; модификации АМ: подавление несущей и боковых полос).

Тема 4.2. Угловая модуляция (Частотная модуляция, фазовая модуляция, девиация фазы, девиация частоты, индекс частотной (фазовой) модуляции; спектр ЧМ сигнала при однотональной и многотональной модуляции; функции Бесселя).

Тема 4.3. Импульсная модуляция (Теорема Котельникова; амплитудно-импульсная, широтно-импульсная и фазоимпульсная модуляции).

Тема 4.4. Цифровая модуляция (Амплитудная манипуляция, фазовая манипуляция, частотная манипуляция; глазковая диаграмма; амплитудно-фазовые диаграммы; сигнальное созвездие).

Раздел 5. Полупроводниковые приборы

Тема 5.1. Общие сведения о полупроводниковых приборах. Диоды. (Электропроводность полупроводников, образование и свойства р-п – перехода. Классификация полупроводниковых приборов. Полупроводниковые резисторы. Полупроводниковые диоды и описание их вольт-амперных характеристик. Разновидности полупроводниковых диодов).

Тема 5.2. Транзисторы (Режимы работы биполярного транзистора. Коэффициент передачи по току. Вольт-амперные характеристики транзистора. Эквивалентные схемы биполярного транзистора для случаев большого и малого сигналов. Система H-параметров транзистора в схеме включения с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК). Полевые транзисторы. Классификация, основные характеристики. Схемы включения с общим истоком (ОИ), общим затвором (ОЗ) и общим стоком (ОС).)

Раздел 6. Радиоэлектронные устройства

Тема 6.1. Усилители сигналов (Основные показатели и характеристики усилителей. Усилительные элементы. Температурная стабилизация усилительных элементов. Замена усилительных элементов эквивалентным генератором. Предварительные усилители, их принципиальные и эквивалентные схемы. Анализ работы усилителя в области средних, нижних и верхних частот. Обратная связь в усилителях. Влияние обратной связи на параметры усилителей. Расширение полосы пропускания усилителей. Широкополосные и импульсные усилители. Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители. Операционные усилители, их основные схемы включения. Операционный усилитель как элемент для выполнения математических операций. Некоторые схемы на операционных усилителях. Усилители мощности)

Тема 6.2. Генераторы гармонических колебаний (Классификация генераторов колебаний, показатели качества. Принцип генерирования колебаний, условия самовозбуждения. Генераторы гармонических колебаний. Стационарный режим, условия баланса амплитуд и фаз. Классификация схем автогенераторов. Схемы транзисторных генераторов, генераторы на ИМС. Кварцевые генераторы. Генераторы с отрицательным сопротивлением. RC-генераторы. Управление частотой и стабилизация частоты генераторов. Конструктивные и схемные меры повышения стабильности частоты. Примеры типовых схем.)

Тема 6.3. Выпрямители и сглаживающие фильтры (Основные сведения о выпрямителях электрического тока. Схемы выпрямления электрического тока. Особенности сглаживающих фильтров. Схемы включения)

Тема 6.4. Радиоприемные и радиопередающие устройства (Принцип осуществления радиосвязи. Структурная схема радиоприемного устройства. Преобразование частоты. Классификация и основные показатели приемных устройств. Приемник прямого усиления. Структурная схема радиоприемного устройства супергетеродинного типа)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Введение в радиоэлектронику	2							
1.1	Задачи и направления радиоэлектроники	2					[1-6]	Экспресс-опрос	
2	Анализ линейных радиотехнических цепей	2			6		[3. 4]		
2.1	Основные понятия синусоидальных напряжений и токов	1					[3. 4]	Устный опрос	
2.2	Метод комплексных амплитуд	1			2		[3. 4]	Контрольная работа № 1 по разделу 2.	
2.3	Методы расчета линейных цепей				2		[3. 4]	Защита лабораторной работы	
2.4	Комплексные функции цепи.				1		[3. 4]	Устный опрос	
2.5	Резонанс в колебательном контуре				1		[3. 4]	Защита лабораторной работы	
3	Общие сведения о радиотехнических сигналах	8			4				
3.1	Классификация радиотехнических сигналов	2					[7, 8]	Устный опрос	
3.2	Аналитическая запись радиосигналов	2					[7, 8]	Коллоквиум	
3.3	Спектральное представление периодических сигналов	4			4		[7, 8]	Защита лабораторной работы	
4	Модуляция радиотехнических сигналов	8			4				
4.1	Амплитудная модуляция	2			2		[9,10]	Коллоквиум	

4.2	Угловая модуляция	2			2			[9,10]	Защита лабораторной работы
4.3	Импульсная модуляция.	2						[9,10]	Устный опрос
4.4	Цифровая модуляция	2						[9,10]	Устный опрос
5	Полупроводниковые приборы	4			6				
5.1	Общие сведения о полупроводниковых приборах. Диоды.	2			2			[11,12]	Устный опрос
5.2	Транзисторы	2			4			[11,12]	Защита лабораторной работы
6	Радиоэлектронные устройства	10			6		2		
6.1	Усилители сигналов	2						[11,12]	Устный опрос
6.2	Генераторы гармонических колебаний	2						[11,12]	Устный опрос
6.3	Выпрямители и сглаживающие фильтры	2						[11,12]	Устный опрос
6.4	Радиоприемные и радиопередающие устройства	4			6		2	[11,12]	Защита лабораторной работы Контрольная работа № 2 по разделу 6.
	ИТОГО	34			26		6		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Путилин В. Н. Основы радиоэлектроники / В. Н. Путилин, А. Я. Бельский. - Минск: БГУИР, 2017. - 281 с.
2. Борздов В. М. Основы радиоэлектроники / В. М. Борздов, А. Н. Сетун. - Минск : БГУ, 2020. - 235 с.
3. Теория электрических цепей / М. П. Батура, А. П. Кузнецов, А. П. Курулев ; под общ. ред. А. П. Курулёва. - 3-е изд., перераб. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 606 с.
4. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И. Баскаков. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2003. - 462с
5. Манаев, Е.И. Основы радиоэлектроники / Е. Н. Манаев. – М.: Радио и связь, 1990 – 512с.
6. Каяцкас, А. А. Основы радиоэлектроники / А. А. Каяцкас. – М.: Высшая школа, 1988 – 464с.
7. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – М. : Выш. шк., 2004. – 790 с.
8. Ушаков, В. Н. Основы аналоговой и импульсной техники / В.Н. Ушаков. – М. : «РадиоСофт», 2004, 253 с.
9. Теоретические основы электротехники. Учебник для вузов. / К.С. Демирчян [и др.], 4-е изд. – 2006 г. – 576 с.
10. Нефедов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи / В. И. Нефедов. – М.: Выш. шк., 2009. – 735 с.
11. Каганов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи / В.И. Каганов, В.К. Битюгов. – М. : Горячая Линия–Телеком, 2007. – 542 с.
12. Опадчий, Н. Ф. Аналоговая и цифровая электроника / Н. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров. – М. : Горячая Линия–Телеком, 1999. – 768 с.

Перечень дополнительной литературы

13. Булычев, А. Л. Электронные приборы / А. Л. Булычев, П. М. Лямин, Е.С. Тулинов. – Минск : Выш. шк., 1999. – 416 с.
14. Ткаченко, Ф. А. Техническая электроника / Ф. А. Ткаченко. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 352 с.
15. Дробот, С. В. Практикум по курсу «Электронные приборы» для студ. всех спец. БГУИР днев. и вечерн. форм обуч. / С. В. Дробот, В. А. Мельников, В. Н. Путилин. – Минск : БГУИР, 2003. – 179 с.
16. Электронные приборы и устройства: лаб. практикум. В 2 ч. / А.Я. Бельский [и др.]. – Минск : БГУИР: Ч 1, 2005. – 62 с.; Ч. 2, 2007. – 99 с.
17. Электронные приборы и устройства: метод. пособие для студ. всех спец. БГУИР заоч. формы обуч. / А. Я. Бельский, С. В. Дробот, В. Б. Рожанский [и др.]. Минск : БГУИР, 2006. – 59 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

С целью текущего контроля знаний студентов предусматривается проведение устных опросов, экспресс-опросов, коллоквиумов, контрольных работ и защит лабораторных работ.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы радиоэлектроники» учебным планом предусмотрен экзамен.

Итоговая отметка формируется на основе:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012 г.).

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 31.03.2020 № 189-ОД).

3. Критериев оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Рекомендуемые весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в итоговую отметку:

- устный и экспресс-опросы – 7 %;
- защита лабораторных работ – 70 %;
- коллоквиумы – 8 %;
- контрольные работы – 15 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости (рейтинговой системы оценки знаний) и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Рекомендуемый вес отметки по текущей успеваемости составляет 30 %, экзаменационной отметки – 70 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Раздел 2. Анализ линейных радиотехнических цепей

Тема 2.2. Метод комплексных амплитуд (2 ч.)

Задание. Построить комплексную схему замещения и вычислить комплексное сопротивление цепи для заданной схемы.

Форма контроля – контрольная работа.

Тема 2.3. Методы расчета линейных цепей (2 ч.)

Задание. Для заданной схемы найти аналитическое решение методом контурных токов и/или методом узловых напряжений и/или методом эквивалентного генератора.

Форма контроля – защита лабораторной работы.

Раздел 6. Радиоэлектронные устройства

Тема 6.4. Радиоприемные и радиопередающие устройства (2 ч.)

Задание. Исследовать избирательные и частотные свойства радиоприемных и радиопередающих трактов с различными архитектурами.

Форма контроля – защита лабораторной работы.

Примерная тематика контрольных работ

- Контрольная работа № 1. «Анализ радиотехнических цепей при синусоидальных воздействиях»: построение и решение системы уравнений для схемы с реактивными элементами. Построение временных графиков. Построение векторных диаграмм. Нахождение решения при помощи моделирования.
- Контрольная работа № 2 «Радиоприемный и радиопередающий тракт»: построение радиоприемника (радиопередатчика) с заданной архитектурой и/или заданными селективными и частотными свойствами.

Примерная тематика лабораторных работ

1. Моделирование и расчет линейных радиотехнических цепей
2. Спектральное представление радиосигналов
3. Анализ модулированных сигналов
4. Моделирование выпрямительных устройств
5. Моделирование усилительных устройств
6. Построение радиоприемного и радиопередающего тракта

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *эвристический подход*, который предполагает:

- осуществление студентами лично-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;

- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

Наиболее эффективной предполагается следующая форма реализации эвристического подхода: решение сложных задач разбиваются на этапы, после чего обучаемые подводятся к самостоятельному определению действий на этапах.

При организации образовательного процесса используется также *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной теме дисциплины;
- выполнение домашнего задания;
- проведение научно-исследовательских работ для выполнения практических заданий;
- подготовка к участию в научных и научно-практических конференциях и конкурсах.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основы радиоэлектроники. Общие понятия.
2. Особенности излучения и распространения радиоволн.
3. Радиоэлектронные системы.
4. Сигналы и их классификация.
5. Спектры сигналов. Преобразование Фурье. Преобразование Лапласа.
6. Связь между спектрами периодических и непериодических сигналов.
7. Свойства преобразования Фурье и Лапласа (теоремы о спектрах).
8. Случайные сигналы. Виды распределений.

9. Случайные сигналы. Спектральная плотность мощности.
10. Шумы в радиоэлектронных устройствах.
11. Идеализированные элементы радиоэлектронных цепей.
12. Модели пассивных элементов радиоэлектронных цепей.
13. Классификация радиоэлектронных цепей и способы их описания.
14. Методы расчета линейных радиочастотных цепей
15. Основные параметры радиоэлектронных цепей.
16. Частотные характеристики радиоэлектронных цепей (РС цепи).
17. Линейные цепи с распределенными параметрами
18. Резонансные цепи. Колебательный контур.
19. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимости.
20. Электрические переходы. Основные параметры р-п перехода.
21. Полупроводниковые диоды.
22. Биполярный транзистор. Схемы включения. h-параметры.
23. Полевые транзисторы.
24. Классификация и параметры усилительных устройств
25. Обратная связь в усилителях. Виды обратной связи
26. Дифференциальные усилители.
27. Операционные усилители.
28. Инвертирующий усилитель. Неинвертирующий усилитель
29. Инвертирующий сумматор. Неинвертирующий сумматор
30. Избирательные усилители
31. Фазоинверсные каскады
32. Генераторы гармонических колебаний. Основные параметры.
33. Амплитудная модуляция сигналов.
34. Частотная и фазовая модуляция сигналов.
35. Детектирование сигналов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы теории автоматического управления	Кафедра математической кибернетики	Нет	Оставить учебную программу без изменений (протокол № 10 от 25.05.2022)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на ____/____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математической кибернетики (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
доктор физ.-мат. наук, профессор

А.Л. Гладков

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
доктор физ.-мат. наук, доцент

С.М. Босяков