

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

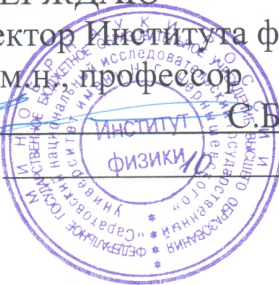
УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики,
д.ф.-м.н., профессор

С.Б. Вениг

" 7 "

2021 г.



Рабочая программа дисциплины

Основы аналоговой электроники и схемотехники

Направление подготовки бакалавриата

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль подготовки бакалавриата

«Микро- и нанoeлектроника,

диагностика нано- и биомедицинских систем»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,

2021 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Семёнов А.А.		5.10.21
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ал.В.		5.10.21
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы аналоговой электроники и схемотехники» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) по основам схемотехнического раздела аналоговой электроники: принципам функционирования современных дискретных аналоговых приборов и специализированных микросхем, а также освоение методик проектирования аналоговых устройств на их основе.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний об основных физических законах и явлениях, лежащих в основе функционирования пассивных элементов и активных приборов аналоговой электроники, и принципах схемотехнического построения аналоговых электронных устройств;
- овладение методами и навыками расчета аналоговых электронных схем для решения задач по проектированию электронных устройств, на базе дискретных элементов и специализированных интегральных микросхем;
- формирование умений проводить оценочные расчеты разнообразных аналоговых устройств для их качественного анализа и количественных оценок различных параметров и свойств аналоговых электронных схем;
- формирование знаний по практическому использованию и реализации аналоговых электронных устройств.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Основы аналоговой электроники и схемотехники» относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения Института физики СГУ, проходящими подготовку по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» по профилю «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем», в течение 5 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по математическому анализу, дифференциальным и интегральным уравнениям, теории функции комплексного переменного, электричеству и магнетизму, теоретическим основам электротехники, теоретическим основам радиоэлектроники, и подготавливает студентов к изучению в последующих семестрах таких дисциплин как «Микроэлектроника и наноэлектроника», «Твердотельная электроника», «Микросхемотехника», «Устройство и применение микропроцессоров» а также ряда дисциплин при продолжении обучения в магистратуре.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p> <p>4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>Знать основные правила формулирования совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели проекта, а также физические законы и явления, лежащие в основе функционирования пассивных элементов и активных приборов аналоговой электроники, принципы схемотехнического построения аналоговых электронных устройств;</p> <p>Уметь проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений;; решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время, и выполнять оценочные расчеты разнообразных аналоговых устройств для их качественного анализа и количественных оценок различных параметров и свойств аналоговых электронных схем;</p> <p>Владеть методами и навыками расчета аналоговых электронных схем для решения задач по проектированию электронных устройств, на базе дискретных элементов и специализированных интегральных микросхем; приёмами публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта.</p>
<p>ПК-3 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области электроники и наноэлектроники</p>	<p>1.1_Б. ПК-3. Проводит критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов.</p> <p>2.1_Б. ПК-3.</p>	<p>Знать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик узлов и блоков установок аналоговой электроники и наноэлектроники</p>

	<p>Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области электроники и нанoeлектроники.</p> <p>3.1_Б. ПК-3. Обрабатывает и анализирует . результаты теоретических и экспериментальных исследований в области электроники и нанoeлектроники.</p>	<p>Уметь решать конкретные задачи по проведению исследований характеристик аналоговых электронных приборов различного функционального назначения; проводить критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов.</p> <p>Владеть методикой обработки и анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, определения элементов новизны в разработке устройств и узлов аналоговой алектроники.</p>
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины «Основы аналоговой электроники и схемотехники»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации	
				Лек	Лабораторные	Пр	СРС		
					Общая трудоемкость	Из них - практическая подготовка			
1.	Элементная база аналоговой электроники.	5	1-3	4			4	6	Устный опрос
2.	Основные типы усилительных каскадов	5	4-7	6			8	8	Устный опрос
3.	Основы схемотехники операционных усилителей (ОУ)	5	8-11	8			6	8	Устный опрос
4.	Схемотехника устройств на аналоговых интегральных микросхемах.	5	12-15	6			6	8	Устный опрос

5.	Основы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования	5	16-17	4			4	6	Устный опрос, контрольная работа, проверка рефератов
	Итого:	5		18	0	0	18	36	
	Промежуточная аттестация	5							Зачет
	Общая трудоемкость дисциплины			72					

Содержание дисциплины

1. Элементная база аналоговой электроники.

1.1. Линейные элементы электронных схем.

- 1.1.1. Резисторы. Устройство, применение и основные параметры.
- 1.1.2. Источники тока и напряжения. Понятие внутреннего сопротивления.
- 1.1.3. Законы Кирхгофа. Закон Ома, как частный случай законов Кирхгофа.
- 1.1.4. Конденсаторы. Устройство, применение и основные параметры.
- 1.1.5. Дифференцирующие RC-цепи, интегрирующие RC-цепи.
- 1.1.6. RC-фильтры. Характеристики RC-фильтров.
- 1.1.7. Индуктивность. Устройство, применение и основные параметры.
- 1.1.8. Индуктивность. Устройство, применение и основные параметры.
- 1.1.9. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики.

1.2. Нелинейные элементы электронных схем.

- 1.2.1. Полупроводниковый диод. Устройство, применение и основные параметры.
- 1.2.2. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Фильтрация в источниках питания.
- 1.2.3. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Фильтрация в источниках питания.
- 1.2.4. Стабилитроны, варикапы, светоизлучающие диоды, оптоэлектронные развязки, специфические и генераторные диоды.
- 1.2.5. Биполярный транзистор (БПТ). Устройство и принцип действия.
- 1.2.6. Основные параметры и характеристики транзистора.
- 1.2.7. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.
- 1.2.8. Основные режимы работы усилительных каскадов на БПТ.
- 1.2.9. Источники тока на БПТ. Токовые зеркала.
- 1.2.10. Составные транзисторы Дарлингтона и Шиклаи. Основные параметры.
- 1.2.11. Полевые транзисторы (ПТ), их типы и основные параметры.
- 1.2.12. Характеристики полевых транзисторов.
- 1.2.13. Основные режимы работы усилительных каскадов на ПТ.
- 1.2.14. Источник тока на полевом транзисторе.
- 1.2.15. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.
- 1.2.16. Составные транзисторы на ПТ и БПТ.

2. Основные типы усилительных каскадов.

- 2.1. Основные типы усилительных каскадов на БПТ: каскады с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК, эмиттерный повторитель).
- 2.2. Основные параметры усилительных каскадов на БПТ.
- 2.3. Двухтактные выходные каскады.
- 2.4. Основные типы усилительных каскадов на ПТ: каскады с общим истоком (ОИ), общим затвором (ОЗ) и общим стоком (ОС, истоковый повторитель).
- 2.5. Усилительные каскады постоянного тока.
- 2.6. Стабилизаторы напряжения компенсационного типа.
- 2.7. Импульсные усилители.

3. Основы схемотехники операционных усилителей (ОУ).

- 3.1. Дифференциальный усилительный каскад. Основные свойства и параметры.
- 3.2. Принцип построения ОУ: предварительный дифференциальный каскад, промежуточный каскад, обеспечивающий основное усиление, двухтактный выходной каскад с низким выходным сопротивлением.
- 3.3. Характеристики ОУ. Понятие идеального ОУ.
- 3.4. Влияние схемотехнических решений построения ОУ на его параметры.
- 3.5. Компаратор, его характеристики.

4. Схемотехника устройств на аналоговых интегральных микросхемах.

- 4.1. Понятие обратной связи (ОС). Положительная и отрицательная ОС.
- 4.2. Основные принципы построения схем на ОУ с отрицательной ОС.
- 4.3. Два правила анализа схем на идеальном ОУ с отрицательной ОС.
- 4.4. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального.
- 4.5. Основные схемы включения ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители.
- 4.6. Дифференциальный усилитель на ОУ.
- 4.7. Суммирующий усилитель.
- 4.8. Преобразователь ток-напряжение.
- 4.9. Источники тока на операционных усилителях.
- 4.10. Активный выпрямитель на ОУ. Активный ограничитель.
- 4.11. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения.
- 4.12. Стабилизаторы напряжения компенсационного типа на ОУ.
- 4.13. Интегратор и дифференциатор на ОУ.
- 4.14. Компаратор и триггер Шмитта на ОУ.
- 4.15. Частотная характеристика цепи обратной связи и активные фильтры на ОУ.
- 4.16. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью.
- 4.17. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.
- 4.18. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.

4.19. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ.

4.20. Положительная ОС. Автогенераторные схемы на ОУ.

5. Основы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования.

5.1. Компаратор как элемент квантования аналогового сигнала по амплитуде.

5.2. Критерий выбора временного интервала отсчета (Теорема Котельникова).

5.3. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) параллельного преобразования.

5.4. АЦП последовательного приближения и поразрядного уравнивания.

5.5. АЦП на основе сигма-дельта преобразования.

5.6. АЦП на основе преобразования напряжение-частота.

5.7. АЦП двойного интегрирования.

5.8. Суммирующий усилитель, как основа цифро-аналогового преобразователя.

5.9. ЦАП на основе суммирования токов и весовых резисторов.

5.10. ЦАП на основе суммирующего усилителя и резистивной матрицы R-2R (ЦАП лестничного типа).

5.11. ЦАП на основе широтно-импульсной модуляции.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов учебной работы (практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

Реализация компетентностного подхода в учебной работе предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего учебного семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

— для качественного усвоения материала практических занятий разбирать вопросы, рассмотренные на каждом очередном занятии, до следующего, по непонятым деталям консультироваться у преподавателя, читать соответствующую литературу;

— задания, которые даются преподавателем во время практических занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе практических занятий:

1. Делитель напряжения на резисторах. Источник тока с токозадающим резистором. Многоконтурная схема на резисторах с источником ЭДС и узлом.
2. Дифференцирующие и интегрирующие RC-цепи как элементы задержки, фазового сдвига и формирования коротких импульсов.
3. Расчет источника тока для стабилизатора напряжения на стабилитроне с нагрузкой.
4. Расчет источника тока для схемы со светоизлучающим диодом.
5. Расчет усилительного каскада с общим эмиттером.
6. Расчет стабилизатора напряжения с каскадом ОК.

7. Расчет источника тока на полевом и биполярном транзисторах.
8. Расчет прецизионных усилительных схем на ОУ.
9. Расчет дифференцирующего и суммирующего усилителя на ОУ.
10. Расчет стабилизатора напряжения компенсационного типа на ОУ.
11. Расчет прецизионного источника тока на ОУ.
12. Расчет схем на ОУ с реактивными элементами в цепи ОС.
13. Построение генератора линейно изменяющегося напряжения на ОУ.
14. Построение и анализ АЦП на основе сигма-дельта преобразования.
15. Построение и анализ 8-разрядных ЦАП на основе суммирующего усилителя с весовыми резисторами и резистивной матрицы R-2R.

При реализации программы дисциплины «Основы аналоговой электроники и схемотехники» студентам предлагается выполнить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия. Основные параметры и характеристики транзистора. Основные режимы работы усилительных каскадов на БПТ.
2. Составные транзисторы Дарлингтона и Шиклаи. Основные параметры. Источники тока на БПТ. Токовые зеркала.
3. Полевые транзисторы, их типы и основные параметры. Характеристики полевых транзисторов. Основные режимы работы усилительных каскадов на полевых транзисторах.
4. Составные транзисторы на ПТ и БПТ. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов. Источник тока на полевом транзисторе.
5. Основные типы усилительных каскадов на БПТ: каскады с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК, эмиттерный повторитель). Основные параметры усилительных каскадов на БПТ. Двухтактные выходные каскады.
6. Основные типы усилительных каскадов на ПТ: каскады с общим истоком (ОИ), общим затвором (ОЗ) и общим стоком (ОС, истоковый повторитель).
7. Усилительные каскады постоянного тока. Импульсные усилители. Стабилизаторы напряжения компенсационного типа.
8. Дифференциальный усилительный каскад. Основные свойства и параметры. Принцип построения ОУ: предварительный дифференциальный каскад, промежуточный каскад, обеспечивающий основное усиление, двухтактный выходной каскад с низким выходным сопротивлением.
9. Характеристики ОУ. Понятие идеального ОУ. Влияние схемотехнических решений построения ОУ на его параметры.
10. Понятие обратной связи (ОС). Положительная и отрицательная ОС. Два правила анализа схем на идеальном ОУ с отрицательной ОС. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального.
11. Основные схемы включения ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий

усилитель. Преобразователь ток-напряжение. Источники тока на операционных усилителях. Активный выпрямитель на ОУ. Активный ограничитель. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Стабилизаторы напряжения на ОУ.

12. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Частотная характеристика цепи обратной связи и активные фильтры на ОУ.
13. Интегратор и дифференциатор на ОУ. Компаратор и триггер Шмитта на ОУ.
14. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ.
15. Компаратор как элемент квантования аналогового сигнала по амплитуде. Критерий выбора временного интервала отсчета (Теорема Котельникова). Аналого-цифровые преобразователи параллельного типа, последовательного приближения и поразрядного уравнивания.

В ходе освоения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют контрольную работу.

При подготовке к контрольной работе необходимо использовать пройденный материал и соответствующую учебно-методическую литературу.

Контрольная работа.

Вариант А.

1. В замкнутой цепи, содержащей последовательно включенные источник Э.Д.С. E , резистор R и светодиод VD типа АЛ307ГМ, рассчитать номинал токозадающего резистора R , если $E = 12 \text{ В}$, а номинальный ток через светодиод составляет $I_{сд} = 20 \text{ мА}$ при падении напряжения на светодиоде $U_{сд} = 2,8 \text{ В}$.
2. В замкнутой цепи, содержащей последовательно включенные источник Э.Д.С. E , резистор $R1$ и два включенных параллельно резистора $R2$ и $R3$ одинакового номинала, ток через резистор $R1$ составляет $I = 1 \text{ А}$. Вычислить номиналы резисторов $R2$ и $R3$, если $E = 10 \text{ В}$.

Вариант Б.

1. В замкнутой цепи, содержащей последовательно включенные источник Э.Д.С. E , резистор $R1$ и стабилитрон VD типа КС133Г, параллельно стабилитрону подключен резистор нагрузки $R2$ номиналом 330 Ом . Рассчитать номинал токозадающего резистора $R1$, если $E = 6 \text{ В}$, а номинальный ток стабилизации стабилитрона $I_{ст} = 20 \text{ мА}$.

2. В замкнутой цепи, содержащей последовательно включенные источник Э.Д.С. E , резистор R и конденсатор C , который изначально не заряжен ($U_C=0$). Определить время, за которое ёмкость C зарядится до напряжения 9.45 В , если $E = 15 \text{ В}$, $R = 1 \text{ кОм}$, $C = 1 \text{ мкФ}$.

При выполнении контрольной работы студент должен продемонстрировать знания по основным положениям пройденных тем.

Результаты выполнения контрольной работы учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (5-й семестр).

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Линейные элементы электронных схем: Резисторы. Устройство, применение и основные параметры. Источники тока и напряжения. Понятие внутреннего сопротивления. Законы Кирхгофа. Закон Ома, как частный случай законов Кирхгофа.
2. Конденсаторы. Устройство, применение и основные параметры. Дифференцирующие RC-цепи, интегрирующие RC-цепи. RC-фильтры. Характеристики RC-фильтров.
3. Индуктивность. Устройство, применение и основные параметры. Индуктивность. Устройство, применение и основные параметры. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики.
4. Полупроводниковый диод. Устройство, применение и основные параметры. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Стабилитроны, варикапы, светоизлучающие диоды, оптоэлектронные развязки, специфические и генераторные диоды.
5. Биполярный транзистор (БПТ). Устройство и принцип действия. Основные параметры и характеристики транзистора. Основные режимы работы усилительных каскадов на БПТ.
6. Составные транзисторы Дарлингтона и Шиклаи. Основные параметры. Источники тока на БПТ. Токовые зеркала.
7. Полевые транзисторы, их типы и основные параметры. Характеристики полевых транзисторов. Основные режимы работы усилительных каскадов на ПТ.
8. Составные транзисторы на ПТ и БПТ. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов. Источник тока на полевом транзисторе.

9. Основные типы усилительных каскадов на БПТ: каскады с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК, эмиттерный повторитель). Основные параметры усилительных каскадов на БПТ. Двухтактные выходные каскады.
10. Основные типы усилительных каскадов на ПТ: каскады с общим истоком (ОИ), общим затвором (ОЗ) и общим стоком (ОС, истоковый повторитель).
11. Усилительные каскады постоянного тока. Импульсные усилители. Стабилизаторы напряжения компенсационного типа.
12. Дифференциальный усилительный каскад. Основные свойства и параметры. Принцип построения ОУ: предварительный дифференциальный каскад, промежуточный каскад, обеспечивающий основное усиление, двухтактный выходной каскад с низким выходным сопротивлением.
13. Характеристики ОУ. Понятие идеального ОУ. Влияние схемотехнических решений построения ОУ на его параметры.
14. Компаратор, его характеристики.
15. Понятие обратной связи (ОС). Положительная и отрицательная ОС. Два правила анализа схем на идеальном ОУ с отрицательной ОС. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального.
16. Основные схемы включения ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель. Преобразователь ток-напряжение. Источники тока на операционных усилителях. Активный выпрямитель на ОУ. Активный ограничитель. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Стабилизаторы напряжения на ОУ.
17. Интегратор и дифференциатор на ОУ. Компаратор и триггер Шмитта на ОУ.
18. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Частотная характеристика цепи обратной связи и активные фильтры на ОУ.
19. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ.
20. Компаратор как элемент квантования аналогового сигнала по амплитуде. Критерий выбора временного интервала отсчета (Теорема Котельникова). Аналого-цифровые преобразователи параллельного типа, последовательного приближения и поразрядного уравнивания.
21. АЦП на основе сигма-дельта преобразования и на основе преобразования напряжение-частота. АЦП двойного интегрирования.
22. Суммирующий усилитель, как основа цифро-аналогового преобразователя. ЦАП на основе суммирования токов и весовых резисторов. ЦАП на основе суммирующего усилителя и резистивной матрицы R-2R. ЦАП на основе широтно-импульсной модуляции.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	10	0	20	20	0	20	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

5 семестр

Лекции

Посещаемость, активность – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

Посещаемость, активность – от 0 до 20 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Контрольная работа, реферат - от 0 до 20 баллов

Промежуточная аттестация (зачёт)

Зачёт проводится в устной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета.
при проведении промежуточной аттестации
ответ на «зачтено» оценивается от 10 до 30 баллов;
ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов;

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Основы аналоговой электроники и схемотехники» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы аналоговой электроники и схемотехники» в оценку (зачет):

60 баллов и более	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

Оценка (зачет) студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими теоретического зачета на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств: учеб. пособие. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 333 с. **Гриф МО** (в ЗНБ СГУ 12 экз.)
2. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 448 с. (в ЗНБ СГУ 50 экз.), 2006 (25 экз.)
3. Лоскутов Е.Д. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие.— Саратов: Вузовское образование, 2016.— 264 с. — ЭБС «IPRbooks» . — URL: <https://www.iprbookshop.ru/44037.html>
4. Красько А.С. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Томск: В-Спектр, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006.— 180 с. **Гриф УМО**. — ЭБС «IPRbooks». URL: <https://www.iprbookshop.ru/13978.html>
5. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. – 281 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 81 экз.)
Топильский В. Б. Схемотехника измерительных устройств. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 231 с. (в ЗНБ СГУ 20 экз.)
6. Каплан Д., Уайт К. Практические основы аналоговых и цифровых схем. – М.: Техносфера, 2006. – 174 с. (в ЗНБ СГУ 7 экз.)
7. Корис Р., Шмидт-Вальтер Х. Справочник инженера-схемотехника. – М.: Техносфера, 2008. – 607 с. (в ЗНБ СГУ 5 экз.), 2006 (8 экз.)
8. Игнатов А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 528 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 3 экз.)
9. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Игнатов. - 1-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 528 с. **Гриф УМО**. — ЭБС «Лань». URL: <https://e.lanbook.com/book/167901>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. **NI Multisim 10** — программа схемотехнического моделирования.
2. **NanoCAD 2.5** — система автоматизированного проектирования.
<http://dortver.ru/programs/for-designing/66-nanocad25-.html>
3. **LabVIEW** — среда разработки и платформа для проведения измерений.
4. **MathCad 14.0** — программа проведения математических расчетов.
5. **Windows XP Prof** — операционная система персональных компьютеров.
6. **Microsoft Office проф. 2010** — пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, презентациями, графиками, базами данных и др.
7. **Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations** — пакет антивирусного программного обеспечения.
8. **Интернет-ресурс Публичная Библиотека**, Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Монография. Издание 6-е. Перевод с английского Б.Н. Бронина, А.И. Коротова, М.Н. Микшица, Л.В. Поспелова, О.А. Соболевой, Ю.В. Четчинкина. Научное издание. — М.: Изд-во «Мир»: Редакция литературы по информатике и новой технике, 2003.
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/H/HOROVIC Paul', HILL Uinfild/ Horovic P., Hill U..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/H/HOROVIC_Paul',_HILL_Uinfild/_Horovic_P.,_Hill_U..html)
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/H/HOROVIC Paul', HILL Uinfild/Horovic P... Iskusstvo she motehniki.\(2003\).\[djv-fax\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/H/HOROVIC_Paul',_HILL_Uinfild/Horovic_P..._Iskusstvo_she_motehniki.(2003).[djv-fax].zip)
9. **Интернет-ресурс Публичная Библиотека**, Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е издание. Перевод Г.С. Карабашев. Графика Р.В. Салимонов. — М.: Изд-во «ДМК Пресс», 2008.
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE U'rih/ Titce U..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE_U'rih/_Titce_U..html)
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE U'rih/Titce U... Poluprovodnikovaya shemotehnika. T.1.\(2008\).\[pdf-ocr\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE_U'rih/Titce_U..._Poluprovodnikovaya_shemotehnika._T.1.(2008).[pdf-ocr].zip)
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE U'rih/Titce U... Poluprovodnikovaya shemotehnika. T.2.\(2007\).\[pdf-ocr\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE_U'rih/Titce_U..._Poluprovodnikovaya_shemotehnika._T.2.(2007).[pdf-ocr].zip)
10. **Интернет-ресурс Публичная Библиотека**, Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. — Ленинград.: "Энергоатомиздат", 1988. — 304 с.
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GUTNIKOV Valentin Sergeevich/ Gutnikov V.S..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GUTNIKOV_Valentin_Sergeevich/_Gutnikov_V.S..html)
[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GUTNIKOV Valentin Sergeevich/Gutnikov V.S. Integral'n aya elektronika v izmeritel'nyh ustroystvah.\(1988\).\[djv-fax\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GUTNIKOV_Valentin_Sergeevich/Gutnikov_V.S._Integral'n_aya_elektronika_v_izmeritel'nyh_ustroystvah.(1988).[djv-fax].zip)
11. **Интернет-ресурс Новая электронная библиотека**, Васильев Б.И., Гусев Ю.М., Миронов В.Н. Электронные промышленные устройства, — М.: "Высшая школа", 1988, — 304 с.
[http://www.newlibrary.ru/book/vasilev v i /yelektronnye promyshlennye ustroistva 1988.html](http://www.newlibrary.ru/book/vasilev_v_i_/yelektronnye_promyshlennye_ustroistva_1988.html)
12. **Интернет-ресурс Мобильная версия Книги Библиотека**, Гальперин М.В. Практическая схемотехника в промышленной автоматике, — М.: Энергоатомиздат, 1987, — 320 с.
<https://booksee.org/book/473028>; <https://booksee.org/dl/473028/2dbf60>
13. **Интернет-ресурс Мобильная версия Книги Библиотека**, Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника: Учебник для ВУЗов. / Под ред. В.А. Лабунцова. — М.: Энергоатомиздат 1988. — 320 с.
<https://booksee.org/book/532313>; <https://booksee.org/dl/532313/5415cc>

14. **Интернет–ресурс** Каталог. Единое окно доступа к образовательным ресурсам
<http://window.edu.ru/catalog>
15. **Интернет–ресурс** Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич
<http://library.sgu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Основы аналоговой электроники и схемотехники» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» с учётом профиля подготовки «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем».

Автор, профессор А.А. Семёнов

Программа разработана в 2019 г. и одобрена на заседании кафедры физики твёрдого тела от 03 декабря 2019 года, протокол № 4.

Программа актуализирована в 2021г. и одобрена на заседании кафедры физики твёрдого тела от 05 октября 2021 года, протокол № 3.