

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Электронные системы и устройства

(Наименование дисциплины)

**«25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей,
направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и
беспилотных авиационных систем»»**

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	98
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	7
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	9
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	11
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	15
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	19
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	19

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электронные системы и устройства» входит в «Обязательную часть» подготовки обучающихся по направлению подготовки «25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ОПК-3. Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования

Дескрипторы Универсальных компетенций:

ОПК-3.1. Демонстрирует понимание теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования.

ОПК-3.2. Применяет теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач.

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения **индикаторов компетенций**:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
---	--	--

	ОПК-3.1. Демонстрирует понимание теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования. ОПК-3.2. Применяет теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования при решении профессиональных задач.	Знает: ИД 1 ОПК-3.1 Теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-3.2 Порядок и принципы применения теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-3.1 Оценить техническое состояние и потребность в техническом обслуживании и ремонте конструкций и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-3.2 Применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-3.1 Оценки технического состояния и потребности в техническом обслуживании и ремонте конструкций и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-3.2 Применения теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связанного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	---	--

1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

направления подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1	Основы инженерной деятельности	Управление техническими системами
2	Основы схемотехники	Ремонт электронных систем

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»**;
- Учебного плана направления подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение в электронику и элементную базу	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
2	Тема 2. Полупроводниковые диоды и выпрямители	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
3	Тема 3. Биполярные транзисторы (BJT) и усилительные каскады	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
4	Тема 4. Полевые транзисторы (MOSFET/JFET) и тиристоры	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
5	Тема 5. Операционные усилители (ОУ) и линейные преобразователи	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
6	Тема 6. Цифровая логика и булева алгебра	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
7	Тема 7. Последовательностные логические схемы	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
8	Тема 8. Цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи	20	4	4	12	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		216	32	32	98	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в электронику и элементную базу

- Классификация электронных устройств: аналоговые, цифровые и аналого-цифровые системы.
- Пассивные компоненты: резисторы (типы, ряды номиналов E24/E96), конденсаторы (керамические, электролитические, танталовые) и катушки индуктивности. Маркировка и паразитные параметры.
- Условные графические обозначения (УГО) по ГОСТ. Схемотехническое моделирование в пакетах LTspice/Proteus.

Тема 2. Полупроводниковые диоды и выпрямители

- Физические основы р-п перехода. Вольт-амперная характеристика (ВАХ). Типы диодов: выпрямительные, стабилитроны, светодиоды (LED), фотодиоды, Шоттки.
- Однополупериодные и двухполупериодные (мостовые) схемы выпрямления. Работа на емкостную, индуктивную и смешанную нагрузку.
- Расчет коэффициента пульсаций. Сглаживающие фильтры (П-образные LC-фильтры, Г-образные RC-фильтры).

Тема 3. Биполярные транзисторы (BJT) и усилительные каскады

- Режимы работы биполярного транзистора: отсечка, активный режим, насыщение.
- Схемы включения с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК). Входное и выходное сопротивление, коэффициенты усиления по току (h_{21e}) и напряжению.
- Выбор рабочей точки (точка покоя). Температурная стабилизация режима (эмиттерная стабилизация).

Тема 4. Полевые транзисторы (MOSFET/JFET) и тиристоры

- Устройство полевых транзисторов с управляющим р-п переходом (JFET) и МОП-транзисторов (MOSFET, типы Enhancement/Depletion).
- Ключевой режим работы MOSFET. Преимущества перед BJT в силовых цепях (сопротивление канала $R_{DS(on)}$, отсутствие тока управления).
- Тиристоры (SCR), симисторы (Triac) и динисторы. Фазоимпульсное управление мощностью переменного тока.

Тема 5. Операционные усилители (ОУ) и линейные преобразователи

- Параметры идеального ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Дифференциальный усилитель.
- Применение ОУ для выполнения математических операций: сумматор, интегратор, дифференциатор.
- Активные фильтры первого порядка (ФНЧ, ФВЧ). Компараторы напряжения и триггер Шмитта на базе ОУ.

Тема 6. Цифровая логика и булева алгебра

- Базовые логические элементы (И, ИЛИ, НЕ) и их реализация на ТТЛ (серия 74xx) и КМОП (серия 40xx/74HCxx) логике.
- Основные законы алгебры логики. Минимизация функций с помощью карт Карно (до 4-х переменных).
- Комбинационные устройства: шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, полусумматоры и полные сумматоры.

Тема 7. Последовательностные логические схемы

- Триггеры как элементарные ячейки памяти: RS-, D-, T-, JK-триггеры. Синхронные и асинхронные входы.
- Регистры хранения и регистры сдвига. Принцип построения кольцевых счетчиков.
- Асинхронные и синхронные двоичные счетчики. Синтез счетчиков с произвольным модулем счета (не кратным 2^n).

Тема 8. Цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи

- Структура ЦАП с матрицей весовых сопротивлений (R-2R) и лестничного типа.

- Методы АЦП: последовательных приближений (SAR ADC), двойного интегрирования и сигма-дельта ($\Sigma\Delta$ / Sigma/Delta $\Sigma\Delta$).
- Понятия разрешающей способности (битность), времени преобразования, апертурной неопределенности и монотонности характеристики.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№ 1	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия 2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в электронику и элементную базу
ПЗ 2	Тема 2. Полупроводниковые диоды и выпрямители
ПЗ 3, 4	Тема 3. Биполярные транзисторы (BJT) и усилительные каскады
ПЗ 5	Тема 4. Полевые транзисторы (MOSFET/JFET) и тиристоры
ПЗ 6, 7	Тема 5. Операционные усилители (ОУ) и линейные преобразователи
ПЗ 8	Тема 6. Цифровая логика и булева алгебра

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение в электронику и элементную базу	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Полупроводниковые диоды и выпрямители	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Биполярные транзисторы (BJT) и усилительные каскады	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Полевые транзисторы (MOSFET/JFET) и тиристоры	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Операционные усилители (ОУ) и линейные преобразователи	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Цифровая логика и булева алгебра	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Последовательностные логические схемы	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение в электронику и элементную базу	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Полупроводниковые диоды и выпрямители	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Биполярные транзисторы (BJT) и усилительные каскады	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Полевые транзисторы (MOSFET/JFET) и тиристоры	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Операционные усилители (ОУ) и линейные преобразователи	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Цифровая логика и булева алгебра	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Последовательностные логические схемы	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Сравнительный анализ полупроводниковых материалов. Физические свойства кремния (Si), карбида кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN). Влияние ширины запрещенной зоны на предельные частоты переключения и КПД силовых ключей.

2. Эквивалентные схемы замещения реальных компонентов. Учет паразитных емкостей индуктивностей, последовательного сопротивления (ESR) конденсаторов и инерционности диодов при расчетах высокочастотных цепей в симуляторах SPICE.

3. Помехоустойчивость схем питания с линейными стабилизаторами (LDO). Расчет коэффициента подавления нестабильности напряжения питания (PSRR) и проектирование входных/выходных фильтров для защиты аналоговых трактов от импульсных помех.

4. Температурная стабилизация усилительных каскадов на биполярных транзисторах. Методы компенсации теплового тока: эмиттерная стабилизация, применение токового зеркала Видлара и термокомпенсирующих диодов.

5. Режимы работы мощных усилителей классов А, В, АВ, С, D, G и Т. Энергетическая эффективность, уровень нелинейных искажений (THD) и особенности построения выходных каскадов для аудиотехники и радиопередатчиков.

6. Отрицательная обратная связь в многокаскадных усилителях. Влияние различных типов обратной связи (последовательной по напряжению, параллельной по току) на стабильность коэффициента усиления, входное/выходное сопротивление и ширину полосы пропускания.

7. Генераторы гармонических колебаний. Принципы самовозбуждения, условия баланса фаз и амплитуд. Схемотехника RC-генераторов (мост Винна, генератор Буббы) и LC-генераторов (Колпитца, Хартли).

8. Операционные усилители с однополярным питанием. Особенности сдвига рабочей точки, использование rail-to-rail ОУ и методы формирования «виртуальной земли» для обработки слабых сигналов вблизи потенциала общего провода.

9. Источники опорного напряжения (ИОН) на ширине запрещенной зоны (Bandgap). Принцип работы микросхем типа TL431 и интегральных ИОН серии REF. Проектирование прецизионных источников стабильного напряжения.

10. Активные фильтры второго и высших порядков. Топологии Саллена-Кея, Пауха и множественных обратных связей (Multiple Feedback). Методика расчета АЧХ фильтра Баттерворта, Чебышева или Бесселя под заданную крутизну ската.

11. Компараторы и триггеры Шмитта в системах автоматизации. Гистерезис переключения как средство борьбы с дребезгом контактов и шумами датчиков. Применение оптронов для гальванической развязки цифровых и силовых цепей.

12. Элементы энергонезависимой памяти. Исторический обзор ячеек EPROM/EEPROM и их эволюция до современной флеш-памяти NAND и NOR. Физика процессов Fowler-Nordheim туннелирования.

13. Базовые логические элементы ТТЛ и КМОП технологий. Сравнение статических и динамических характеристик серий 74xx, 74LSxx, 74HCxx, 74ACxx. Нагрузочная способность, время задержки распространения сигнала и потребляемая мощность.

14. Асинхронные и синхронные счетчики импульсов. Проблема гонок (состязаний) сигналов в асинхронных делителях. Проектирование счетчиков с произвольным модулем счета методом исключения лишних состояний.

15. Регистры сдвига и кольцевые генераторы. Использование регистров (серии 74HC595, 4017) для деления частоты, генерации псевдослучайных последовательностей (PRNG) и управления светодиодными матрицами.

16. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Структуры с суммированием весовых токов (матрица R-2R) и широтно-импульсная модуляция (ШИМ-ЦАП). Нелинейность (INL/DNL), монотонность и время установления выходного сигнала.

17. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Сравнение архитектур поразрядного уравнивания (SAR ADC), сигма-дельта ($\Sigma\Delta$ /Sigma\Delta ADC) и конвейерных (Pipeline ADC). Выбор разрядности и частоты дискретизации согласно теореме Котельникова.

18. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС/CPLD/FPGA). Архитектура макроячеек, основы языков описания аппаратуры HDL (VHDL/Verilog) для реализации комбинационных и последовательностных автоматов без написания принципиальных схем.

19. Электромагнитная совместимость (ЭМС) в схемотехнике. Спектральный состав импульсных сигналов, пути проникновения наводок через кондуктивные связи и излучение. Заземление, экранирование и фильтрация электромагнитных помех в промышленных устройствах.

20. Системы автоматизированного проектирования электроники (EDA/CAD). Обзор современных пакетов моделирования (LTspice, Multisim, Proteus, Altium Designer). Переход от функциональной к принципиальной схеме, автотрассировка печатных плат и подготовка файлов Gerber для производства.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение в электронику и элементную базу	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
2	Тема 2. Полупроводниковые диоды и выпрямители	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
3	Тема 3. Биполярные транзисторы (BJT) и усилительные каскады	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
4	Тема 4. Полевые транзисторы (MOSFET/JFET) и тиристоры	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
5	Тема 5. Операционные усилители (ОУ) и линейные преобразователи	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
6	Тема 6. Цифровая логика и булева алгебра	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
7	Тема 7. Последовательностные логические схемы	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2

8	Тема 8. Цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. Расчет разветвленной цепи постоянного тока. Дана мостовая схема (схема Уитстона) с пятью резисторами и одним источником ЭДС. Требуется составить систему уравнений по законам Кирхгофа, решить её матричным методом в Python/Excel и проверить баланс мощностей.

2. Исследование переходных процессов в RC-цепи. Заряд конденсатора емкостью 47 мкФ через резистор 10 кОм от источника 15 В. Рассчитать постоянную времени $\tau_{\text{таут}}$, определить время достижения напряжения 63% и 95% от входного, построить график $U_C(t)$ в симуляторе LTspice.

3. Проектирование параметрического стабилизатора на стабилитроне. Рассчитать балластный резистор для стабилитрона BZX85C5V6 при изменении входного напряжения от 9 до 16 В и тока нагрузки от 2 до 15 мА. Проверить условие сохранения режима пробоя во всех рабочих точках.

4. Снятие выходной характеристики биполярного транзистора. Для заданного транзистора (например, BC547 или KT3102) экспериментально или в Multisim снять семейство кривых $I_K(U_{KЭ})$ при различных токах базы. Определить выходное сопротивление каскада в активной области по наклону графика.

5. Расчет схемы смещения полевого транзистора JFET. Задано начальное положение рабочей точки ($I_{C0}, U_{CИ0}, U_{C0}, U_{CИ0}$). Необходимо рассчитать сопротивления стокового и истокового резисторов для обеспечения автоматического смещения и вычислить глубину ООС по переменному току.

6. Усилительный каскад с общим эмиттером (ОЭ). Спроектировать однокаскадный усилитель на БТ с коэффициентом усиления по напряжению $|K_U|=10$ и входным сопротивлением не менее 1 кОм. Рассчитать разделительные и блокировочные емкости для нижней граничной частоты 50 Гц.

7. Эмиттерный повторитель (ОК). Собрать схему и измерить её входное сопротивление косвенным методом (по падению напряжения при подключении добавочного резистора). Сравнить результат с теоретическим расчетом через h_{hh} -параметры.

8. Прецизионный выпрямитель на операционном усилителе. Реализовать схему активного двухполупериодного выпрямителя («идеального диода»), способного детектировать сигналы амплитудой менее 0,6 В. Подать синусоидальный сигнал частотой 1 кГц и убедиться в отсутствии «мертвой зоны».

9. Активный фильтр нижних частот второго порядка. На базе ОУ собрать фильтр Саллена-Кея с частотой среза 1 кГц и характеристикой Баттерворта. Провести измерения АЧХ: зафиксировать коэффициент передачи на частоте 10 кГц (должен составлять около -40 дБ).

10. Автоколебательный мультивибратор на операционном усилителе. Рассчитать номиналы времязадающей RC-цепи и положительной обратной связи для генерации прямоугольных импульсов со скважностью 2 (меандр) и частотой 1 кГц. Построить временные диаграммы работы в Proteus.

11. Минимизация логической функции пяти переменных. Задана булева функция $F(A,B,C,D,E)F(A,B,C,D,E)F(A,B,C,D,E)$. Выполнить минимизацию аналитически методом Квайна — Мак-Класки (так как карты Карно становятся громоздкими) и привести функцию к базису И-НЕ.

12. Синтез мультиплексора-демультиплексора данных. Используя только базовые элементы 2И-НЕ (серия 74НС00), реализовать коммутацию одного из четырех входных сигналов на общую линию, управляемую двухразрядным двоичным кодом.

13. Синхронный счетчик с произвольным модулем. Разработать принципиальную схему 4-разрядного синхронного счетчика на D-триггерах (или JK-триггерах) с модулем счета 10 (десятичный счетчик). Составить таблицу истинности и карту возбуждения триггеров.

14. Суммирующий цифро-аналоговый преобразователь. Собрать 4-разрядный ЦАП на матрицесумматоре напряжений (R-2R). Подавая на входы уровни логической единицы (5 В) и нуля (0 В), измерить шаг квантования и максимальное выходное напряжение, сравнить с теорией.

15. Интегрирующий АЦП (метод двойного интегрирования). Изучить принцип работы микросхемы типа КР572ПВ5 (ICL7107). Разработать обвязку для создания цифрового вольтметра с диапазоном измерения 0–2 В, объяснить методику автокоррекции нуля прибора.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Эволюция элементной базы: от вакуумных ламп к нанотранзисторам. Сравнительный анализ физических принципов работы электровакуумных приборов, биполярных транзисторов и современных МДП-структур с длиной канала менее 10 нм.

2. Полупроводниковые материалы широкой запрещенной зоны (SiC и GaN). Применение карбида кремния и нитрида галлия в силовой электронике для повышения КПД преобразователей напряжения и частотного регулирования электродвигателей.

3. Эквивалентные схемы замещения реальных компонентов на высоких частотах. Учет паразитных индуктивностей выводов конденсаторов и емкостей p-n переходов диодов при проектировании импульсных схем наносекундного диапазона.

4. Температурная стабилизация режима покоя усилительных каскадов. Методы борьбы с «тепловым пробоем» в усилителях класса А: применение отрицательной обратной связи по постоянному току и дифференциальных каскадов.

5. Режимы работы мощных усилителей звуковых частот (классы А, В, АВ, G, H, D). Анализ энергетического КПД, уровня нелинейных искажений (THD) и сложности реализации выходного каскада для различных классов усиления.

6. Генераторы гармонических колебаний со сложной формой спектра. Схемотехника RC-мультивибраторов на логических элементах КМОП и их применение в качестве тактовых генераторов цифровых систем.

7. Операционные усилители с однополярным питанием (Rail-to-Rail I/O). Особенности сдвига рабочей точки и методы формирования виртуальной земли для обработки сигналов датчиков в портативных устройствах с батарейным питанием.

8. Активные фильтры второго порядка на базе звеньев Саллена-Кея и Рауха. Методика расчета топологии фильтра под заданную крутизну ската (Баттерворт, Чебышев, Бессель) и влияние неидеальности ОУ на характеристики.

9. Компараторы и триггеры Шмитта в системах помехоустойчивого ввода данных. Расчет петли гистерезиса для подавления дребезга контактов механических переключателей и шумов промышленных линий связи.

10. Источники опорного напряжения на ширине запрещенной зоны (Bandgap Reference). Физические основы работы микросхем типа TL431 и проектирование прецизионных источников стабильного напряжения, независимых от температуры и колебаний питания.

11. Силовая электроника: полностью управляемые ключи MOSFET и IGBT. Сравнение динамических потерь, входного сопротивления и областей применения полевых транзисторов и биполяров с изолированным затвором в инверторах.
12. Цифро-аналоговые преобразователи лестничного типа R-2R. Анализ погрешностей, вызванных разбросом номиналов резисторов, и методы калибровки INL/DNL характеристик в измерительных системах.
13. Аналого-цифровые преобразователи сигма-дельта ($\Sigma\Delta$ /Sigma/Delta $\Sigma\Delta$) архитектуры. Принцип передискретизации (oversampling) и формирования шума (noise shaping) как способ достижения высокой разрядности (24-bit) без высокоточных цепей сравнения.
14. Электромагнитная совместимость (ЭМС) в цифровой схемотехнике. Спектральный состав фронтов прямоугольных импульсов, пути проникновения кондуктивных помех через цепи питания и методы развязки (блокировочные конденсаторы).
15. Программируемые логические интегральные схемы (FPGA/CPLD). Архитектура макроячеек конфигурируемой логики и методология проектирования аппаратных ускорителей на языках описания оборудования VHDL/Verilog вместо традиционного написания программного кода.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Пассивные компоненты. Дайте определение комплексного сопротивления (импеданса) конденсатора и катушки индуктивности. Как изменяется сопротивление идеального конденсатора при увеличении частоты сигнала до бесконечности?
2. Полупроводниковые диоды. Опишите физическую природу потенциального барьера p-n перехода. Нарисуйте вольт-амперную характеристику (ВАХ) стабилитрона и укажите на ней участок стабилизации напряжения.
3. Выпрямительные устройства. Сравните мостовую схему выпрямления и схему со средней точкой по количеству используемых диодов, амплитуде обратного напряжения ($U_{обр.max} U_{обр.max}$) и коэффициенту пульсаций.
4. Биполярные транзисторы (BJT). Объясните принцип работы транзистора в активном режиме. Почему ток коллектора практически равен току эмиттера ($\alpha \approx 1$ / $\alpha \approx 1$)?
5. Схемы включения БТ. Сравните схемы с общим эмиттером (ОЭ), общей базой (ОБ) и общим коллектором (ОК) по коэффициентам усиления по напряжению, току и мощности, а также по входному/выходному сопротивлению.
6. Температурная стабильность. Что такое тепловой ток IC_{BOI} / IC_{BO} и как он влияет на положение рабочей точки усилителя? Предложите метод стабилизации тока покоя с помощью отрицательной обратной связи по постоянному току.
7. Полевой транзистор (JFET/MOSFET). В чем принципиальное отличие полевого транзистора от биполярного с точки зрения управления? Что такое пороговое напряжение (V_{th} / V_{th}) для МОП-транзистора?
8. Режимы MOSFET. Чем отличается режим обогащения (Enhancement mode) от режима обеднения (Depletion mode)? К какому типу относится стандартный цифровой ключ логики КМОП?
9. Усилители класса А, В, АВ. В чем заключается эффект «ступеньки» (crossover distortion) в двухтактных усилителях класса В и каким образом класс АВ устраняет этот недостаток?
10. Обратная связь. Как последовательная отрицательная обратная связь по напряжению влияет на входное и выходное сопротивление усилительного каскада? Приведите примеры для ООС по напряжению и ООС по току.
11. Операционные усилители (ОУ). Перечислите параметры идеального ОУ. Выведите формулу коэффициента передачи инвертирующего усилителя, используя понятие виртуального нуля.
12. Компараторы и триггер Шмитта. Зачем в схемах сравнения напряжений вводят положительную обратную связь (гистерезис)? Как это помогает бороться с шумами на входе?
13. Генераторы сигналов. Сформулируйте условия баланса фаз и баланса амплитуд для возникновения автоколебаний в LC-генераторе (например, Колпитца).

14. Активные фильтры. Нарисуйте примерную форму АЧХ фильтра нижних частот (ФНЧ) Баттерворта 2-го порядка. Укажите частоту среза и крутизну спада в полосе подавления.
15. Базовые логические элементы. Составьте таблицу истинности для элемента «Исключающее ИЛИ» (XOR). Реализуйте эту функцию, используя только элементы 2И-НЕ.
16. Алгебра логики. Упростите булево выражение $Y = A \cdot B + A \cdot \overline{B} = A \cdot \overline{B} + A \cdot B$, используя законы склеивания и поглощения. Постройте эквивалентную упрощенную схему.
17. Последовательностные схемы (Триггеры). В чем разница между асинхронным RS-триггером и синхронным D-триггером? Для чего используется вход синхронизации (Clock)?
18. Цифровые счетчики. Объясните разницу в быстродействии между асинхронным (последовательностным) и синхронным счетчиком. Почему в асинхронном счетчике возникает задержка распространения («гонки»)?
19. ЦАП (Цифро-аналоговый преобразователь). Опишите принцип работы матрицы R-2R. Чему равно выходное напряжение 3-разрядного ЦАП при подаче кода 101, если опорное напряжение $U_{ref} = 5 \text{ В}$, $U_{ref} = 5 \text{ В}$?
20. АЦП (Аналого-цифровой преобразователь). Сравните принципы работы АЦП поразрядного уравнивания (SAR ADC) и сигма-дельта АЦП ($\Sigma\Delta$ ADC). Где предпочтительнее использовать каждый из них?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. Закрытого типа с одним верным вариантом ответа

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Как называется режим работы биполярного транзистора, при котором эмиттерный переход смещен в прямом направлении, а коллекторный — в обратном? а) Режим насыщения; б) Активный усилительный режим; в) Инверсный активный режим; г) Режим отсечки. **Правильный ответ: б)**

Прочитайте текст и выберите один правильный выход. Что произойдет с коэффициентом усиления инвертирующего усилителя на операционном усилителе, если увеличить сопротивление резистора в цепи отрицательной обратной связи (R_{oc})? а) Коэффициент усиления уменьшится; б) Коэффициент усиления увеличится; в) Входное сопротивление схемы станет равным нулю; г) Схема превратится в повторитель напряжения. **Правильный ответ: б)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. В каком классе усиления работает оконечный каскад, если через его транзисторы протекает значительный ток покоя даже при отсутствии входного сигнала? а) Класс В; б) Класс АВ; в) Класс А; г) Класс D. **Правильный ответ: в)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какая логическая операция описывается выражением $F = A \cdot B + \overline{A \cdot B} = \overline{A \cdot B}$? а) Логическое И (конъюнкция); б) Логическое ИЛИ (дизъюнкция); в) Стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ); г) Штрих Шеффера (И-НЕ). **Правильный ответ: г)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какой тип фильтра характеризуется тем, что пропускает сигналы низких частот и подавляет сигналы высоких частот выше определенной частоты среза? а) Фильтр верхних частот (ФВЧ); б) Полосовой фильтр (ПФ); в) Режекторный фильтр (РФ); г) Фильтр нижних частот (ФНЧ). **Правильный ответ: г)**

2. Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие из перечисленных параметров характеризуют идеализированный операционный усилитель? а) Нулевое выходное сопротивление; б) Единичный коэффициент усиления по напряжению; в) Бесконечно большой собственный коэффициент усиления без обратной связи; г) Низкое входное сопротивление. **Правильный ответ: а), в)**

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Укажите элементы, которые являются обязательными компонентами базовой ячейки статической оперативной памяти (SRAM): а) Конденсатор хранения заряда; б) Транзисторы, образующие триггерную схему; в) Диодная матрица дешифратора адреса; г) Переключающие полевые транзисторы доступа. **Правильный ответ: б), г)**

3. На установление последовательности

Укажите правильную последовательность прохождения электрического сигнала в типовом аналоговом тракте:

1. Фильтрация нижних частот (сглаживание);
2. Аналого-цифровое преобразование (квантование);
3. Предварительное усиление слабого сигнала;
4. Источник первичного сигнала (датчик/микрофон). **Правильный ответ: 4-3-1-2**

Укажите правильную последовательность этапов расчета надежности электронного устройства:

1. Определение интенсивности отказов каждого компонента (λ);
2. Расчет вероятности безотказной работы системы за заданное время;
3. Суммирование интенсивностей отказов всех элементов;
4. Сбор справочных данных о компонентах. **Правильный ответ: 4-1-3-2**

4. На установление соответствия

Установите соответствие между типом линии на чертеже электронной схемы и её назначением согласно ГОСТ:

Тип линии	Назначение
А) Сплошная толстая основная	1) Линия механической связи или экранировка
Б) Штриховая	2) Линия невидимого контура детали
В) Штрихпунктирная тонкая	3) Линия электрической связи (проводник)
Г) Штрихпунктирная с двумя точками	4) Осевая или центровая линия

Правильный ответ: А – 3, Б – 2, В – 4, Г – 1

Установите соответствие между схемами включения транзисторов и их основными свойствами:

Схема включения	Свойство
А) Общий эмиттер (ОЭ)	1) Высокое входное сопротивление, $K_u \approx 1$
Б) Общий исток (ОИ)	2) Используется как идеальный повторитель тока
В) Общий коллектор (ОК)	3) Инверсия фазы сигнала на 180° , макс. K_u по мощности
Г) Общая база (ОБ)	4) Широкая полоса пропускания, низкое $R_{вх}$

Правильный ответ: А – 3, Б – 3, В – 1, Г – 4

5. Открытого типа с одним-двумя словами

Прочитайте текст и запишите правильный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы. Минимальное изменение входного аналогового напряжения, которое приводит к изменению младшего разряда цифрового кода на выходе АЦП, называется цена деления. **Правильного ответа:** деления

Прочитайте текст и запишите правильный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы. Устройство, предназначенное для преобразования параллельного двоичного кода в последовательный, называется регистр сдвига. **Правильного ответа:** сдвига

6. Открытого типа с определением понятия (расширенный ответ)

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы: дайте определение понятию петлевое усиление в системах с

отрицательной обратной связью — это ... **Правильный ответ:** произведение коэффициента усиления усилительного звена на коэффициент передачи цепи обратной связи ($\beta \cdot K$). данный параметр определяет стабильность схемы, точность поддержания коэффициента усиления и расширение полосы пропускания замкнутой системы (*ответ студента может быть представлен в интерпретации, эквивалентной приведенному правильному ответу*)

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Перепелкин, Д. А. Электроника и схемотехника: практический курс : учебное пособие для вузов / Д. А. Перепелкин. — Рязань : РГРТУ, 2024. — 276 с. — ISBN 978-5-9912-1104-8.
2. Бобровников, Л. З. Электроника : учебник для вузов / Л. З. Бобровников. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 288 с. — ISBN 978-5-534-00109-

7.2. Дополнительная литература

3. Белов, М. П. Технические средства интегрированных электроприводных систем : учебное пособие / М. П. Белов, А. М. Белов. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2024. — 208 с.
4. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник / С. А. Миленина. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 280 с. — ISBN 978-5-534-17726-8.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Учебная аудитория оборудована:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электронные системы и устройства**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. *Лекции* дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на *понимание смысла* основных понятий, определений. Затем

нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электронные системы и устройства

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)