

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С.Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Направление/специальность подготовки	11.03.01 Радиотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиоэлектронные системы
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	5	180	85	51	17	17	95	0	18	77	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

11.03.01 Радиотехника

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Флёров Александр Николаевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.2 — Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов

ПК-1.3 — Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

ПК-1.5 — Способен разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства различного назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1.2

знания:

знать типовые приемы построения АЭУ, усилителей, генераторов, фильтров;

умения:

представлять подходы и принципы синтеза аналоговых электронных устройств;

навыки:

проведение экспериментов с аналоговыми электронными устройствами.

ПК-1.3

знания:

опараметры и характеристики аналоговых электронных устройств (АЭУ); принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев с использованием обратных связей;

умения:

анализ схем, вывод расчетных соотношений для типовых устройств как на дискретных компонентах, так и на интегральных схемах;

навыки:

уметь оценивать достижимые технические характеристики АЭУ с учетом уровня микроэлектронной технологии их изготовления.

ПК-1.5

знания:

Основы аналоговой схемотехники: принципы работы, классификация и характеристики аналоговых устройств.

Методы анализа и расчета линейных и нелинейных электронных цепей (усилители, фильтры, генераторы, стабилизаторы и др.).

Принципы работы и схемотехника базовых аналоговых компонентов: операционные усилители (ОУ), транзисторы (BJT, MOSFET), диоды, стабилитроны и др.

Частотные и временные характеристики аналоговых схем, методы их коррекции.

Теория обратной связи и её влияние на параметры усилительных каскадов.

Источники питания и схемы стабилизации напряжения и тока.;

умения:

Анализировать и рассчитывать параметры аналоговых схем (коэффициент усиления, полосу пропускания, входное/выходное сопротивление и др.);

навыки:

Чтение и составление принципиальных схем аналоговых устройств.

Моделирование и анализ работы схем в программах (Multisim).

Практическая сборка и настройка аналоговых устройств на макетных платах.

Измерение и тестирование параметров схем с использованием осциллографов, генераторов сигналов, мультиметров и др. приборов.

Оформление технической документации в соответствии с ГОСТ и стандартами проектирования..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ, УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
- ОПК-3 — Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.2	ПК-1.3	ПК-1.5
3	5	Раздел 1. Аналоговая электроника. Основные разделы. составные части, классификация.	6	4	2	0	2	2	13	13	13
3	5	Раздел 2. Усилители. Усилители. Краткая классификация. Основные типы усилителей. Внешние характеристики усилителей. Основные схемы включения транзисторов в однокаскадных усилителях. Сравнительные характеристики (KI, KU, KP,RBX, R BЫX, инвертирующий, неинвертирующий, названия каскадов). Обратная (OC) связь в усилителях. Структурная схема усилителя с ОС, коэффициент передачи по напряжению усилителя с ОС. Виды ОС в усилителях. Названия ООС (отрицательной ОС). Влияние различных типов ООС на внешние параметры усилителя. Малосигнальные параметры БТ. Системы параметров линейных четырехполюсников. Понятие о рабочей точке (р.т.) транзистора в усилителе. Режим по постоянному току каскада усиления, ток покоя. Положение р.т. на статических характеристиках транзистора. Динамическая выходная характеристика БТ, нагрузочная прямая для каскада с резистивной нагрузкой. Линейный и ключевой режимы работы каскада. Схемы питания транзисторного каскада, нормально открытый и закрытый усилительные элементы. Схемы организации смещения (режим по постоянному току) транзисторных каскадов. Понятие о классах усиления транзисторных каскадов, факторы влияющие на класс усиления. Класс усиления А, свойства, положение рабочей точки, кпд. Класс усиления В, АВ, свойства, положение рабочей точки, кпд. Класс усиления С, свойства, положение рабочей точки. Коэффициенты Берга, кпд. Двухтактные каскады усиления, принцип действия, класс усиления, другое название каскада. Класс усиления Н, принцип действия, положение рабочей точки. Класс усиления D, принцип действия, свойства, кпд. Модели БТ (физические нелинейная и линейная, эквивалентная с h параметрами). Составной транзистор, типы, влияние на параметры каскада с ОК. Каскодная схема (на примере каскада ОЭ-ОБ), назначение, свойства. Источники тока, основные типы. Динамическая нагрузка, сущность и применение. Схемы сдвига уровня в транзисторных каскадах. Частотные свойства каскада ОЭ в области НЧ, объяснение вида АЧХ. Частотные свойства каскада ОЭ в области СЧ, объяснение вида АЧХ. Частотные свойства каскада ОЭ в области ВЧ, объяснение вида АЧХ. Частотные свойства каскада ОЭ, график АЧХ, объяснение вида АЧХ. Каскады с межкаскадными конденсаторами и непосредственной связью, достоинства и недостатки. Дифференциальный усилитель, структура, свойства. Операционный усилитель (ОУ) структура, свойства. Схемы включения операционного усилителя (ОУ), коэффициент передачи, тип ОС, входное сопротивление. Функциональные звенья на базе операционного усилителя (ОУ). Классификация операционных усилителей (ОУ). Основные параметры операционных усилителей (ОУ). Инструментальный операционный усилитель, назначение свойства. Шумовые параметры операционного усилителя, шумовая модель.	94	46	22	9	15	48	13	13	13
3	5	Раздел 3. Перемножители напряжений. Перемножитель напряжений, основные типы. Перемножитель напряжений (прямое перемножение), множительное ядро, структура. Перемножитель напряжений на квадраторах, структура. Перемножитель напряжений с использованием ЦАП, структура. Принцип действия.	4	2	2	0	0	2	13	13	13
3	5	Раздел 4. Генераторы. Генераторы, назначение, классификация. Автогенераторы. Структурная схема, АЧХ и ФЧХ составных частей автогенератора, условия генерации. Уравнение автогенератора, его решение. Простейший автогенератор на БТ - мультивибратор. Структурная схема автогенератора синусоидальных колебаний. Автогенератор с мостом Вина. Одноконтурные автогенераторы, обобщенная схема по переменному току. Индуктивная и емкостная трехточки. Стабильность частоты одноконтурного автогенератора. Факторы, влияющие на стабильность частоты одноконтурного автогенератора. Меры повышения стабильность частоты одноконтурного автогенератора. Кварцевый резонатор, эквивалентная схема. Одноконтурный автогенератор с кварцевой стабилизацией, обобщенная схема по переменному току.	24	12	8	4	0	12	13	13	13
3	5	Раздел 5. Фильтры. Фильтры, назначение, классификация. Основные типы пассивных фильтров. Основные типы активных фильтров. RC и LC фильтры.	15	11	7	4	0	4	12	12	12

		Магнитострикционный эффект. Электромеханический фильтр. Фильтры на ПАВ. Пьезоэффект, кварцевые фильтры. Пьезоэлектрические фильтры. Пьезомеханические фильтры. Фильтры на ОУ. Передаточная функция фильтра, аппроксимация АЧХ фильтра. Понятие о синтезе фильтров по их АЧХ, НЧ прототип фильтра. Фильтры Баттерворта, Чебышева, Кауэра, особенности их АЧХ.									
3	5	Раздел 6. ЦАП, АЦП, Компараторы напряжений. ЦАП, назначение, принцип действия, параметры. АЦП, назначение, принцип действия, типы, параметры. Компаратор напряжений, назначение, параметры. Компаратор напряжений на операционном усилителе.	4	2	2	0	0	2	12	12	12
3	5	Раздел 7. Преобразователи спектра. Модуляторы. Амплитудный модулятор. Частотный модулятор. Прямая и косвенная частотная модуляция. Фазовая модуляция. Прямая фазовая модуляция. Прямая и косвенная фазовая модуляция. Демодуляторы АМ. Детекторы. Когерентный и некогерентный амплитудный детектор. Демодуляторы ЧМ. Структурные схемы ЧМ детекторов. Схемотехника ЧМ детекторов. Демодуляторы ФМ. Структурные схемы ФМ детекторов. Схемотехника ФМ детекторов.	10	6	6	0	0	4	12	12	12
3	5	Раздел 8. Преобразователи частоты. Структурные схемы преобразователей частоты. Схемотехника преобразователей частоты.	23	2	2	0	0	21	12	12	12
Всего за 5 семестр			180	85	51	17	17	95	100	100	100
Всего по дисциплине			180	85	51	17	17	95	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Аналоговая электроника. Основные разделы.	разделы схемотехники	2
2	Раздел 2. Усилители.	эквивалентные схемы, схемы смещения, однокаскадные усилители, двух каскадные усилители	15
Всего за 5 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Усилители.	Усилитель НЧ, усилитель мощности, типовые включения ОУ	9
2	Раздел 4. Генераторы.	исследование одноконтурного генератора с кварцевой стабилизацией частоты	4
3	Раздел 5. Фильтры.	Исследование АЧХ типовых звеньев	4
Всего за 5 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Аналоговая электроника. Основные разделы.	разделы схемотехники	2
2	Раздел 2. Усилители.	синтез электрической схемы усилителя по эквивалентной схеме по переменному току. расчет каскадов на биполярных транзисторах, расчет усилителя на ОУ	48
3	Раздел 3. Перемножители напряжений.	структура перемножающего ЦАП	2
4	Раздел 4. Генераторы.	уравнение автогенератора, способы стабилизации частоты	12
5	Раздел 5. Фильтры.	RC цепи, мост Вина, LC контур	4
6	Раздел 6. ЦАП, АЦП, Компараторы напряжений.	компаратор напряжений на ОУ	2
7	Раздел 7. Преобразователи	электрические схемы модуляторов и демодуляторов	4

	спектра.		
8	Раздел 8.	микросхемы преобразователей частоты	3
9	Преобразователи частоты.	Выполнение этапов курсовой	18
Всего за 5 семестр			95

3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. анализ темы, поиск и изучение литературы	1 - 6	10
Этап 2. изложение материала в форме эссе	7 - 12	6
Этап 3. оформление отчета	12 - 14	2
Всего за 5 семестр		18

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5					ДЗ	ДР	ДЗ	ДЗ		ДР	ДЗ					ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
2. Д. А. Перепелкин. . Схемотехника усилительных устройств. Москва: Горячая линия-Телеком, 2020, эл. рес.
3. П. С. Бабкин, Е. В. Гаврилова. Схемотехника электронных устройств. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Microsoft Office.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Microsoft Office.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Комплект учебно-лабораторного оборудования "Схемотехника";
2. Осциллограф 6074BD Hantek.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.2 Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов;

ПК-1.3 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

ПК-1.5 Способен разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства различного назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями схемотехники аналоговых электронных устройств.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**95 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 95 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Аналоговая электроника. Основные разделы.		
разделы схемотехники	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) Д. А. Перепелкин. . Схемотехника усилительных устройств: Москва: Горячая линия-Телеком, 2020 (1,2) П. С. Бабкин, Е. В. Гаврилова. Схемотехника электронных устройств: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1,2,3)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Усилители.		
синтез электрической схемы усилителя по эквивалентной схеме по переменному току. расчет каскадов на биполярных транзисторах, расчет усилителя на ОУ	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2)	48
Итого по разделу 2		48
Раздел 3. Перемножители напряжений.		
структура перемножающего ЦАП	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3)	2
Итого по разделу 3		2
Раздел 4. Генераторы.		
уравнение автогенератора, способы стабилизации частоты	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4)	12
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Фильтры.		
RC цепи, мост Вина, LC контур	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5)	4
Итого по разделу 5		4
Раздел 6. ЦАП. АЦП, Компараторы напряжений.		
компаратор напряжений на ОУ	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств:	2

	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6)	
Итого по разделу 6		2
Раздел 7. Преобразователи спектра.		
электрические схемы модуляторов и демодуляторов	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (7)	4
Итого по разделу 7		4
Раздел 8. Преобразователи частоты.		
микросхемы преобразователей частоты	А. Н. Флёров. . Схемотехника аналоговых электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (8)	3
Выполнение этапов курсовой		18
Итого по разделу 8		21

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к экзамену

1. Усилители.

1. Аналоговая электроника. Основные разделы (составные части, классификация).
2. Усилители. Краткая классификация. Основные типы усилителей.
3. Внешние характеристики усилителей.
4. Основные схемы включения транзисторов в однокаскадных усилителях. Сравнительные характеристики (KI, KU, KP, RBX, R BЫX, инвертирующий, неинвертирующий, названия каскадов).
5. Обратная (ОС) связь в усилителях. Структурная схема усилителя с ОС, коэффициент передачи по напряжению усилителя с ОС.
6. Виды ОС в усилителях. Названия ООС (отрицательной ОС).
7. Влияние различных типов ООС на внешние параметры усилителя.
8. Малосигнальные параметры БТ. Системы параметров линейных четырехполюсников.
9. Понятие о рабочей точке (р.т.) транзистора в усилителе. Режим по постоянному току каскада усиления, ток покоя. Положение р.т. на статических характеристиках транзистора.
10. Динамическая выходная характеристика БТ, нагрузочная прямая для каскада с резистивной нагрузкой. Линейный и ключевой режим работы каскада.
11. Схемы питания транзисторного каскада, нормально открытый и закрытый усилительные элементы.
12. Схемы организации смещения (режим по постоянному току) транзисторных каскадов.
13. Понятие о классах усиления транзисторных каскадов, факторы влияющие на класс усиления.
14. Класс усиления А, свойства, положение рабочей точки, кпд.
15. Класс усиления В, АВ, свойства, положение рабочей точки, кпд.
16. Класс усиления С, свойства, положение рабочей точки. Коэффициенты Берга, кпд.
17. Двухтактные каскады усиления, принцип действия, класс усиления, другое название каскада.
18. Класс усиления Н, принцип действия, положение рабочей точки.
19. Класс усиления D, принцип действия, свойства, кпд.
20. Модели БТ (физическая нелинейная и линейная, эквивалентная с h параметрами).
21. Составной транзистор, типы, влияние на параметры каскада с ОК.
22. Каскодная схема (на примере каскада ОЭ-ОБ), назначение, свойства.
23. Источники тока, основные типы.
24. Динамическая нагрузка, сущность и применение.
25. Схемы сдвига уровня в транзисторных каскадах.
26. Частотные свойства каскада ОЭ в области НЧ, объяснение вида АЧХ.
27. Частотные свойства каскада ОЭ в области СЧ, объяснение вида АЧХ.
28. Частотные свойства каскада ОЭ в области ВЧ, объяснение вида АЧХ.
29. Частотные свойства каскада ОЭ, график АЧХ, объяснение вида АЧХ.
30. Каскады с межкаскадными конденсаторами и непосредственной связью, достоинства и недостатки.
31. Дифференциальный усилитель, структура, свойства.
32. Операционный усилитель (ОУ) структура, свойства.
33. Схемы включения операционного усилителя (ОУ), коэффициент передачи, тип ОС, входное сопротивление.
34. Функциональные звенья на базе операционного усилителя (ОУ).
35. Классификация операционных усилителей (ОУ).

36. Основные параметры операционных усилителей (ОУ).
37. Инструментальный операционный усилитель, назначение свойства.
38. Шумовые параметры операционного усилителя, шумовая модель.
39. Компаратор напряжений на операционном усилителе, назначение, параметры.
40. Перемножитель напряжений, основные типы.
41. Перемножитель напряжений (прямое перемножение), множительное ядро, структура.
42. Перемножитель напряжений на квадраторах, структура.
43. Перемножитель напряжений с использованием ЦАП, структура. Принцип действия.

2. Генераторы. Фильтры. ЦАП. АЦП.

1. Генераторы, назначение, классификация.
2. Автогенераторы. Структурная схема, АЧХ и ФЧХ составных частей автогенератора, условия генерации.
3. Уравнение автогенератора, его решение.
4. Простейший автогенератор на БТ - мультивибратор.
5. Структурная схема автогенератора синусоидальных колебаний.
6. Автогенератор с мостом Вина.
7. Одноконтурные автогенераторы, обобщенная схема по переменному току. Индуктивная и емкостная трехточки.
8. Стабильность частоты одноконтурного автогенератора.
9. Факторы, влияющие на стабильность частоты одноконтурного автогенератора.
10. Меры повышения стабильности частоты одноконтурного автогенератора.
11. Кварцевый резонатор, эквивалентная схема.
12. Одноконтурный автогенератор с кварцевой стабилизацией, обобщенная схема по переменному току.
13. Фильтры, назначение, классификация.
14. Основные типы пассивных фильтров.
15. Основные типы активных фильтров.
16. RC и LC фильтры.
17. Магнитострикционный эффект. Электромеханический фильтр.
18. Фильтры на ПАВ.
19. Пьезоэффект, кварцевые фильтры.
20. Пьезоэлектрические фильтры.
21. Пьезомеханические фильтры.
22. Фильтры на ОУ.
23. Передаточная функция фильтра, аппроксимация АЧХ фильтра.
25. Понятие о синтезе фильтров по их АЧХ, НЧ прототип фильтра.
24. Фильтры Баттерворта, Чебышева, Кауэра, особенности их АЧХ.
25. ЦАП, назначение, принцип действия, параметры.
26. АЦП, назначение, типы, параметры.

Домашнее задание

Эквивалентные схемы каскадов усиления.

Расчет каскадов усиления ОЭ, ОБ, ОК.

Расчет усилителя на ОУ.

Экзамен

На два вопроса из списка дать развернутый ответ - "отлично", при неполном ответе на два вопроса - "хорошо", при правильном ответе на один вопрос - "удовлетворительно".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.2	ПК-1.3	ПК-1.5	
3	5	Раздел 1. Аналоговая электроника. Основные разделы.	6	4	2	0	2	2	13	13	13	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 2. Усилители.	94	46	22	9	15	48	13	13	13	Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Перемножители напряжений.	4	2	2	0	0	2	13	13	13	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 4. Генераторы.	24	12	8	4	0	12	13	13	13	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 5. Фильтры.	15	11	7	4	0	4	12	12	12	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 6. ЦАП. АЦП, Компараторы напряжений.	4	2	2	0	0	2	12	12	12	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 7. Преобразователи спектра.	10	6	6	0	0	4	12	12	12	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 8. Преобразователи частоты.	23	2	2	0	0	21	12	12	12	Вопросы к экзамену
Всего за 5 семестр			180	85	51	17	17	95	100	100	100	
Всего по дисциплине			180	85	51	17	17	95	100	100	100	

**Оценочные материалы по дисциплине СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

ПК-1.2 - Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Основным определяющим фактором, влияющим на стабильность частоты одноконтурного генератора, является _____
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какая из схем усилителей имеет при равных условиях наибольшее входное сопротивление?
(равные условия: один и тот же транзистор и одинаковый режим по постоянному току)
1. каскад с общим эмиттером ;
 2. **каскад с общим коллектором;**
 3. каскад с общей базой;
 4. каскад с общим эмиттером и параллельной отрицательной обратной - связью по току
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
В каком из классов усиления используется активный (линейный) режим работы транзисторов?
1. **класс A;**
 2. класс B;
 3. класс C;
 4. класс D
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Фильтр Чебышева 1-го рода имеет амплитудно-частотную характеристику вида:
1. гладкую в полосе пропускания и задерживания;
 2. гладкую в полосе пропускания и волнистую в полосе задерживания;
 3. волнистую в полосах пропускания и задерживания;
 4. **волнистую в полосе пропускания и гладкую в полосе задерживания**
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какой тип отрицательной обратной связи (ООС) в усилителе увеличивает входное сопротивление:
1. последовательная по напряжению;
 2. последовательная по току;
 3. параллельная по напряжению;
 4. параллельная по току
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какой тип автогенератора относится к одноконтурным транзисторным автогенераторам:
1. Индуктивная трёхточка;
 2. Автогенератор с мостом Вина;
 3. Емкостная трёхточка;
 4. Автогенератор с двойным Т – образным мостом
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какой тип отрицательной обратной связи ООС в усилителе уменьшает выходное сопротивление:

1. последовательная по напряжению;
2. последовательная по току;
3. параллельная по напряжению;
4. параллельная по току

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Одноконтурный автогенератор, имеющий в составе контура две индуктивности и одну емкость, называется _____

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам даны формулы расчетов параметров и описание этих параметров. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Формула расчета параметра	Описание параметра
1. $S = dic/dU_{зи}$	А. Выходная проводимость биполярного транзистора
2. $h_{21} = dik/di_{б}$	Б. Крутизна стока – затворной характеристики полевого транзистора
3. $h_{11} = dU_{бэ} / di_{б}$	В. Коэффициент передачи по току биполярного транзистора
4. $h_{22} = dik/dU_{кэ}$	Г. Входная проводимость биполярного транзистора

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам даны формулы расчетов параметров и описание этих параметров. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Формула расчета параметра	Описание параметра
1. $S = dic/dU_{зи}$	А. Выходная проводимость биполярного транзистора
2. $R_{диф} = dU_{см} / dic$	Б. Крутизна стока – затворной характеристики полевого транзистора
3. $KU = S / R_n$	В. Коэффициент передачи по напряжению каскада на полевом транзисторе в схеме ОИ
4. $h_{22} = dik/dU_{кэ}$	Г. Дифференциальное сопротивление обратной ветви стабилитрона

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Для определения параметра h_{21} биполярного транзистора включенного по схеме ОЭ необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать на ВАХ передачи тока выбрать рабочую точку (р.т.);
2. Рассчитать параметр $h_{21} = dik/i_{дб}$
3. В окрестности р.т. задать приращение тока базы (dik);
4. В окрестности р.т. задать приращение тока коллектора ($di_{б}$)

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Для определения крутизны стока – затворной характеристики полевого транзистора включенного по схеме ОИ необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать на стока – затворной ВАХ рабочую точку (р.т.);
2. Рассчитать параметр $S = dic/dU_{зи}$
3. В окрестности р.т. задать приращение тока стока (dic);
4. В окрестности р.т. задать приращение напряжения на затворе ($dU_{зи}$)

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

ПК-1.3 - Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Одноконтурный автогенератор, имеющий в составе контура две емкости и одну индуктивность, называется _____

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Зависимость выходного напряжения (или тока) усилителя от входного напряжения (или тока) это _____

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Вам представлены стандартные ряды радиокомпонентов и отклонения в % от номинала. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Отклонения Стандартные ряды радиокомпонентов

- | | |
|---------|---------|
| 1. 10% | А. Е6 |
| 2. 5% | Б. Е12 |
| 3. 20% | В. Е24 |
| 4. 0,5% | Г. Е48 |
| 5. 1% | Д. Е96 |
| 6. 2% | Е. Е192 |

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Вам представлены характеристики линейной цепи, их изображения по Лапласу и их связь.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Операторная форма записи и связь с другими характеристиками

Характеристики линейной цепи

1.

$$h(p) = pW(p)$$

А – комплексная передаточная функция;

2.

$$W(p) = \frac{1}{p} h(p)$$

Б. Переходная характеристика

3.

$$y(p) \rightarrow L[y(t)]$$

В. Импульсная характеристика

4.

$$g(p) = ph(p)$$

Г. Функция времени

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Сгруппируйте правильную последовательность основных этапов проектирования:

1. техническое задание (ТЗ);
2. опытный образец (партия);
3. установочная серия;

4. рабочий проект, рабочая документация;
5. техническое предложение (аванпроект);
6. эскизный проект; технический проект;
7. промышленная серия

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

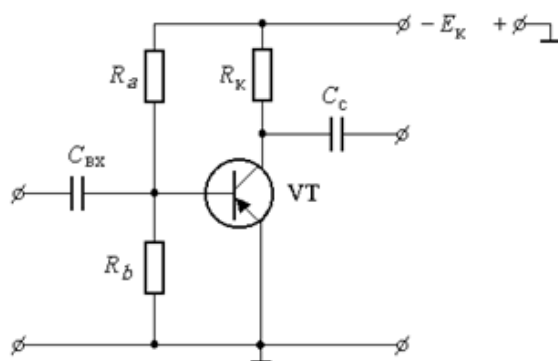
№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Для определения параметра h_{21} биполярного транзистора включенного по схеме ОЭ необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать на ВАХ передачи тока выбрать рабочую точку (р.т.);
2. Рассчитать параметр $h_{21} = d i_k / i_{dб}$
3. В окрестности р.т. задать приращение тока базы ($d i_k$);
4. В окрестности р.т. задать приращение тока коллектора ($d i_b$).

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

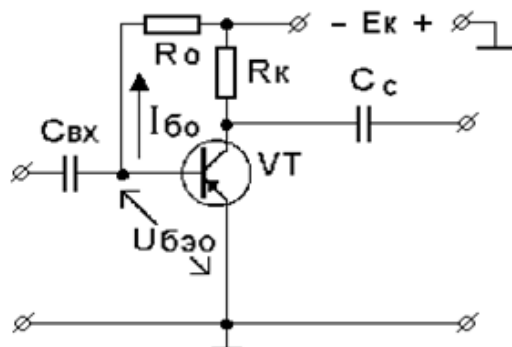
На рисунке представлена схема усилителя с _____



1. эмиттерной стабилизацией режима;
2. **со смещением фиксированным напряжением (с делителем напряжения);**
3. смещением фиксированным током;
4. коллекторной стабилизацией режима

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На рисунке представлена схема каскада с общим эмиттером с _____



1. эмиттерной стабилизацией режима каскада;
2. смещением фиксированным напряжением;
3. **смещением фиксированным током;**
4. коллекторной стабилизацией режима каскада

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В эмиттерном повторителе имеет место:

1. последовательная отрицательная обратная связь по напряжению;

2. параллельная отрицательная обратная связь по напряжению;
3. **последовательная отрицательная обратная связь по току;**
4. положительная обратная связь по току

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Фильтр Батерворта имеет амплитудно-частотную характеристику типа _____

1. гладкую, в полосе пропускания;
2. гладкую, в полосе задерживания
3. волнистую в полосах пропускания и задерживания;
4. волнистую в полосе пропускания и гладкую в полосе задерживания

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какая из схем усилителей имеет при равных условиях большое входное сопротивление?

(равные условия: один и тот же транзистор и одинаковый режим по постоянному току)

1. каскад с общим эмиттером;
2. каскад с общим коллектором;
3. каскад с общей базой;
4. каскад с общим эмиттером и последовательной отрицательной обратной - связью по току

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из классов усиления теоретически имеют КПД более 60%?

1. A;
2. B;
3. AB;
4. D

ПК-1.5 - Способен разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства различного назначения

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Отрицательная обратная связь в усилителе (ООС) _____ его полосу пропускания и _____ коэффициент усиления по напряжению

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Инвертирующий операционный усилитель имеет обратную связь _____

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам представлены параметры рабочей точки биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером и соответствующие вольт- амперные характеристики (ВАХ). К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

ВАХ	Токи и напряжения рабочей точке
1. Выходная (ось ординат)	А. Ток базы
2. Входная (ось абсцисс)	Б. Ток коллектора
3. Входная (ось ординат)	В. Напряжение коллектор - эмиттер
4. Выходная (ось абсцисс)	Г. Напряжение база - эмиттер

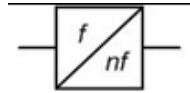
№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам представлены УГО функциональных узлов представлены на рисунках и их названия. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

УГО функциональных узлов

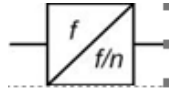
Название функциональных узлов

1.



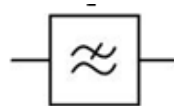
А Умножитель частоты

2.



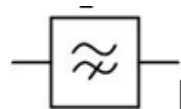
Б. делитель частоты

3.



В. Фильтр верхних частот

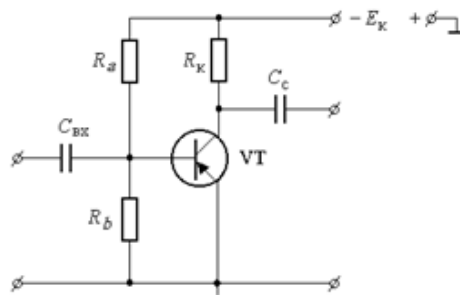
4.



Г. фильтр нижних частот

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Рассчитать значение резистора нагрузки R_K в схеме с ОЭ (режим А)

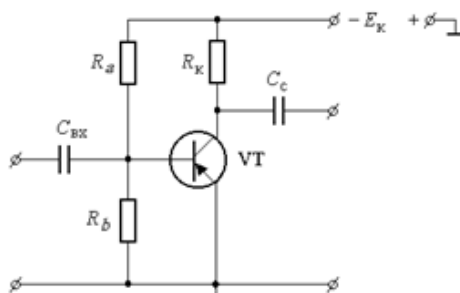


1. Задать ток коллектора I_K ;
2. Задать напряжение питания E_K ;
3. Определить номинал резистора нагрузки $R_K = E_K / (2 I_K)$;
4. Задать напряжение на коллекторе $E_K / 2$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Рассчитать значение резисторов делителя R_a и R_b в схеме с ОЭ (режим А)



Известны: ток коллектора I_K напряжение питания E_K , напряжение рабочей точки $U_{бэ_р.т.}$ и $h_{21э}$;

1. Определить номинал резистора $R_a = (E_k - U_{бэ}) / I_d$;
2. Определить ток базы $I_b = I_k / h_{21э}$;
3. Определить номинал резистора $R_b = U_{бэ} / I_d$;
4. Определить ток делителя как $\sim I_b \times 10$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Повторителем тока является схема (каскад) _____

1. схема с общим коллектором;
2. схема с общим эмиттером;
3. **схема с общей базой;**
4. схема дифференциального усилителя

- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какой тип отрицательной обратной связи ООС в усилителе уменьшает входное сопротивление:

1. последовательная по напряжению;
2. последовательная по току;
3. параллельная по напряжению;
4. параллельная по току

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Схема Шиклаи это _____

1. составной транзистор, состоящий из двух *p-n-p* транзисторов;
2. название автогенератора;
3. **составной транзистор, состоящий из *p-n-p* и *n-p-n* транзисторов;**
4. составной транзистор, состоящий из двух *n-p-n* транзисторов

- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Схема Дарлингтона:

1. **составной транзистор, состоящий из двух последовательно включенных *p-n-p* или *n-p-n* транзисторов**
2. название автогенератора;
3. составной транзистор, состоящий из *p-n-p* и *n-p-n* транзисторов;
4. составной транзистор, состоящий из биполярного и полевого транзисторов

- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какой тип отрицательной обратной связи ООС в усилителе увеличивает выходное сопротивление:

1. последовательная по напряжению;
2. последовательная по току;
3. параллельная по напряжению;
4. параллельная по току

- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Схема Шиклаи это

1. составной транзистор, состоящий из двух *n-p-n* и *p-n-p* транзисторов;
2. название автогенератора;
3. составной транзистор, состоящий из *p-n-p* и *n-p-n* транзисторов;
4. составной транзистор, состоящий из двух *n-p-n* транзисторов

