

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №31

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

 А.Л. Ронжин

(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»

(Название дисциплины)

Код направления	15.03.06
Наименование направления/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2021 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доцент, к.т.н., доцент
(должность, уч. степень, звание)

22.06.2020
(подпись, дата)



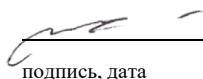
Литвинов Ю.В.
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«23» июня 2021 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 31

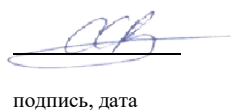
д.т.н., проф. 22.06.20
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

В.Ф. Шишлаков
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

доц., к.т.н., доц. 22.06.20
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

С.В. Солёный
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

И.о. зав. каф., к.э.н., доц. 22.06.20
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

Г.С. Армашова-Тельник
инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Электроника» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-3 «владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической док»,

ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»,

ПК-12 «способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями»,

ПК-13 «готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний»,

ПК-16 «способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы полупроводниковых приборов: диодов, стабилитронов, полевых и биполярных транзисторов, операционных усилителей, а также схем различных электронных усилительно-преобразовательных устройств, построенных на их основе.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение дисциплины «Электроника» дает возможность студентам не только изучать физические закономерности, лежащие в основы полупроводниковых приборов и схемы усилительно-преобразовательных устройств, но понимать их роль и значение при проектировании САУ в целом.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать – основные методы исследования и методики расчета электронных усилительно-преобразовательных устройств

уметь – пользоваться информационно-справочным материалом используя библиотечные системы поиска и интернет-ресурсы

владеть навыками – практического расчета электронных усилительно-преобразовательных устройств с использованием современной элементной базы

иметь опыт деятельности – в области расчета и исследования электронных усилительно-преобразовательных устройств

ОПК-3 «владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности»:

знать – пакеты прикладных программ Labview, Matlab, Simulink

уметь – расчетах и моделировании прикладное программное обеспечение Matlab, Simulink

владеть навыками – расчета и моделирования статических и динамических характеристик усилительно-преобразовательных устройств и полупроводниковых элементов с помощью прикладного программного обеспечения

иметь опыт деятельности – в области расчета и проектирования полупроводниковых устройств с использованием прикладного программного обеспечения и моделирующих программ;

ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»:

знать – элементную базу полупроводниковых приборов и микросхем

уметь – осуществлять выбор полупроводниковых приборов по типовым методикам расчета стабилизаторов напряжения и усилительно-преобразовательных устройств

владеть навыками – практического исследования характеристик полупроводниковых элементов и устройств на их основе

иметь опыт деятельности – в области расчета схем на основе полупроводниковых приборов

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»:

знать – принципы построения усилительно-преобразовательных устройств, работающих в разных режимах, их статические и динамические характеристики, способы аппроксимации характеристик

уметь – составлять схемы многокаскадных усилителей на основе полупроводниковых приборов и звеньев коррекции на основе операционных усилителей

владеть навыками – реализации звеньев коррекции на основе передаточных функций

иметь опыт деятельности - в области реализации схем по передаточным функциям, построения математических моделей усилительно-преобразовательных устройств.

ПК-12 «способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями»:

знать – Госты на разработку конструкторской и проектной документации электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем

уметь – изображать электрические принципиальные схемы усилительно-преобразовательных устройств

владеть навыками – проектирования усилительно-преобразовательных устройств

иметь опыт деятельности – в разработке и проектировании усилительно-преобразовательных устройств

ПК-13 «готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний»:

знать – методики экспериментальных исследований полупроводниковых приборов и схем на их основе

уметь – проводить экспериментальные исследования усилительно-преобразовательных устройств

владеть навыками – практической работы по проведению экспериментальных исследований на лабораторном оборудовании

иметь опыт деятельности – в выполнении лабораторных работ по исследованию полупроводниковых приборов и усилительно-преобразовательных устройств

ПК-16 «способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению»:

знать – правила техники безопасности при проведении экспериментальных исследований электронных приборов и схем на их основе

уметь - проводить экспериментальные исследования с соблюдением правил техники безопасности

владеть навыками - практической работы по проведению экспериментальных исследований на лабораторном оборудовании

иметь опыт деятельности - в выполнении лабораторных работ по исследованию полупроводниковых приборов и усилительно-преобразовательных устройств.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ;
- Физика;
- Электротехника.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

– Промышленная электроника.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№4	№5
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	7/ 252	4/ 144	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	48	29	19
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	119	68	51
лекции (Л), (час)	34	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	34	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
Экзамен, (час)	72	36	36
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	61	40	21
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Электропроводность полупроводников Тема 1.1. Собственный (беспримесный) полупроводник Тема 1.2. Примесный полупроводник Тема 1.3. Электронно-дырочный переход	2				4

Тема 1.4. Вольт-амперная характеристика p-n перехода					
Раздел 2. Полупроводниковые диоды Тема 2.1. Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры. Тема 2.2. Полупроводниковые стабилитроны : принцип действия, характеристики, параметры. Тема 2.3. Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне	4	4	10		6
Раздел 3. Тиристоры Тема 3.1. Диодные тиристоры Тема 3.2. Триодные тиристоры Тема 3.3. Симисторы	2		2		5
Раздел 4. Биполярные транзисторы Тема 4.1. Принцип действия биполярного транзистора Тема 4.2. Транзистор как усилительный прибор Тема 4.3. Режимы работы биполярного транзистора Тема 4.4. Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов	5	13	12		10
Раздел 5. Полевые транзисторы Тема 5.1. Полевой транзистор с р-п-переходом Тема 5.2. Полевой транзистор с изолированным затвором	2		8		10
Раздел 6. Фотоприемники Тема 6.1. Светоизлучающий диод Тема 6.2. Фотоприемники Тема 6.3. Оптопары	2		2		5
Итого в семестре:	17	17	34		40
Семестр 5					
Раздел 7. Усилительно-преобразовательные устройства Тема 7.1. Классификация усилителей Тема 7.2. Показатели качества усилительных устройств Тема 7.3. Режимы работы усилителя Тема 7.4. Особенности построения силовых каскадов Тема 7.5. Трансформаторный усилитель мощности Тема 7.6. Бестрансформаторный усилитель мощности Тема 7.7. Усилители мощности в ключевом режиме	5		4		2
Раздел 8. Операционные усилители Тема 8.1. Типовые схемы включения ОУ	2		4		3

Тема 8.2. Реализация корректирующих устройств на ОУ					
Раздел 9. Схемы нелинейного преобразования непрерывных сигналов Тема 9.1. Схемы, построенные на основе ДРЯ Тема 9.2. Схемы, построенные на основе ОУ	2		2		5
Раздел 10. Генераторы Тема 10.1 Генераторы гармонических колебаний Тема 10.2. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения Тема 10.3. Мультивибраторы Тема 10.4. Одновибраторы Тема 10.5. Блокинг-генератор	4		6		5
Раздел 11. Триггеры Тема 11.1 Симметричный триггер Тема 11.2. Триггер с эмиттерной связью	2				3
Раздел 12. Модуляторы и демодуляторы Тема 12.1. Амплитудные модуляторы Тема 12.2. Частотные модуляторы Тема 12.3. Фазовые модуляторы	2		1		3
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17		17	17	21
Итого:	34	17	51	17	61

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Собственный (беспримесный) полупроводник, примесный полупроводник, электронно-дырочный переход, вольт-амперная характеристика p-n перехода
2	Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры. Полупроводниковые стабилитроны : принцип действия, характеристики, параметры. Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне
3	Диодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры. Триодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры. Симисторы: принцип действия, характеристики, параметры.
4	Принцип действия биполярного транзистора. Транзистор как усилительный прибор. Режимы работы биполярного транзистора. Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов
5	Полевой транзистор с p-n переходом: принцип действия, характеристики,

	параметры. Полевой транзистор с изолированным затвором: принцип действия, характеристики, параметры
6	Светоизлучающий диод: принцип действия, характеристики, параметры. Фотоприемники (фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, фототиристор: принцип действия, характеристики, параметры. Оптопары: принцип действия, характеристики, параметры
7	Классификация усилителей. Показатели качества усилительных устройств. Режимы работы усилителя. Особенности построения силовых каскадов. Трансформаторный усилитель мощности. Бестрансформаторный усилитель мощности. Усилители мощности в ключевом режиме.
8	Типовые схемы включения ОУ (инвертирующее и неинвертирующее включение). Реализация корректирующих устройств на ОУ.
9	Реализация нелинейных характеристик на основе диодно-резистивной ячейки. Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей.
10	Генераторы гармонических колебаний. Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения. Мультивибраторы. Одновибраторы. Блокинг-генератор
11	Симметричный триггер. Триггер с эмиттерной связью
12	Амплитудные модуляторы. Частотные модуляторы. Фазовые модуляторы. Амплитудные демодуляторы. Частотные демодуляторы

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Расчет параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне	Решение практических задач	2	0	2
2	Выбор силовых транзисторов по параметрам нагрузки	Решение практических задач	1	0	4
3	Расчет числа параллельно включаемых транзисторов	Решение практических задач	2	0	4
4	Расчет площади теплоотвода	Решение практических задач	4	0	4
5	Расчет величин уравнивающих резисторов	Решение практических задач	1	0	4

6	Расчет термосабилитирующих резисторов	Решение практических задач	5	0	4
7	Расчет схем корректирующих устройств на основе ОУ	Решение практических задач	2	0	8
Всего:			17	0	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Вольт-амперные характеристики диодов и стабилитронов	2	2	2
2	Исследование параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне	4	3	2
3	Исследование двухполупериодного выпрямителя	4	3	2
4	Вольт-амперные характеристики тиристоров	2	3	3
5	Вольт-амперные характеристики биполярного транзистора (схемы включения с ОБ и ОЭ)	4	3	4
6	Исследование однокаскадного усилителя мощности на биполярном транзисторе (Класс А)	4	3	4
7	Исследование однокаскадного усилителя мощности на биполярном транзисторе (Класс В)	4	3	4
8	Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов	4	3	5
9	Исследование однокаскадного усилителя мощности на полевом транзисторе	4	3	5
10	Вольт-амперные характеристики фотоприемников и светодиодов	2	3	6
Семестр 5				
11	Усилитель мощности (Класс D)	4	2	7
12	Усилительно-преобразовательные устройства на ОУ	4	2	8
13	Схемы нелинейного преобразования сигналов на ОУ	2	3	9
14	Генератор синусоидального напряжения на ОУ	2	3	10
15	Генератор линейно-изменяющегося напряжения на ОУ	2	3	10
16	Мультивибратор и одновибратор на ОУ	2	3	10
17	Амплитудный демодулятор	1	3	12
Всего		51	48	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсовой работы: проектирование усилителя мощности, работающего в классе В, как элемента системы автоматического управления.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Самостоятельная работа, всего	61	40	21
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	26	4
курсовое проектирование (КП, КР)	9	-	9
Подготовка к текущему контролю (ТК)	8	4	4
Оформление отчетов	14	10	4

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Электроника : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, Т. Г. Полякова, Д. В. Шишлаков ; ред. В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 218 с.	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Проектирование электронных усилительных устройств малой мощности : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, Д. В. Шишлаков, Е. В. Анисимова ; ред. В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон.	

текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 99 с.	
--	--

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Multisim

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	
3	Стенд	21-11
4	Компьютерный класс	

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств

Экзамен	Список вопросов к экзамену;
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	Иностранный язык
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
1	Физическая культура
2	Безопасность жизнедеятельности
2	Иностранный язык
2	История
2	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Иностранный язык
3	Культурология
3	Правоведение
3	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Философия
3	Электротехника
4	Иностранный язык
4	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
4	Социология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Экология
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
6	Оптимальные системы
6	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических

	систем
7	Автоматизация расчета и проектирования технических систем
7	Идентификация и диагностика систем
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Контроль качества технологических операций
7	Моделирование в электромеханике
7	Проектирование электроприводов
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика
8	Системы с искусственным интеллектом в робототехнике
8	Теория подобия и моделирования
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Экспериментальные методы исследования
ОПК-3 «владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности»	
1	Инженерная и компьютерная графика
2	Информационные технологии
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
4	Электроника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
6	Теория автоматического управления
7	Автоматизация расчета и проектирования технических систем
7	Теория автоматического управления
ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»	
2	Информационные технологии
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Электротехника
4	Метрология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Теория автоматического управления
5	Экология
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и

	робототехнических устройств
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Теория автоматического управления
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
7	Основы информационной безопасности
7	Теория автоматического управления
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»	
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Электротехника
4	Метрология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Теория автоматического управления
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
6	Оптимальные системы
6	Теория автоматического управления
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Контроль качества технологических операций
7	Математические методы исследований
7	Моделирование в электромеханике
7	Проектирование электроприводов
7	Теория автоматического управления
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем

8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Системы с искусственным интеллектом в робототехнике
8	Теория подобия и моделирования
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-12 «способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями»	
4	Электроника
5	Исполнительные устройства систем управления
5	Промышленная электроника
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электрические машины и аппараты
5	Электроника
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Промышленная электроника
6	Электрические машины и аппараты
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
ПК-13 «готовность участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний»	
4	Электроника
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электрические машины и аппараты
5	Электроника
6	Программируемые логические интегральные схемы
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Электрические машины и аппараты
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
7	Контроль качества технологических операций
8	Экспериментальные методы исследования
ПК-16 «способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению»	
3	Электротехника
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
4	Электроника
4	Электротехника
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электроника
8	Надежность робототехнических систем

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице

15 представлена 100–балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
4 семестр	
1	Собственный (беспримесный) полупроводник
2	Примесный полупроводник
3	Электронно-дырочный переход
4	Вольт-амперная характеристика p-n перехода
5	Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры.
6	Полупроводниковые стабилитроны: принцип действия, характеристики, параметры.
7	Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне
8	Диодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры.
9	Триодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры.
10	Симисторы: принцип действия, характеристики, параметры.
11	Принцип действия биполярного транзистора.
12	Транзистор как усилительный прибор. Схема ОБ.
13	Транзистор как усилительный прибор. Схема ОЭ.
14	Режимы работы биполярного транзистора.
15	Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов
16	Полевой транзистор с p-n переходом: принцип действия, характеристики, параметры
17	Полевой транзистор с изолированным затвором и встроенным каналом: принцип действия, характеристики, параметры.
18	Полевой транзистор с изолированным затвором и индуцированным каналом: принцип действия, характеристики, параметры.
19	Светоизлучающий диод: принцип действия, характеристики, параметры.
20	Фотоприемники (фоторезистор, фотодиод: принцип действия, характеристики, параметры.
21	Фотоприемники (фототранзистор, фототиристор: принцип действия, характеристики, параметры).
22	Оптопары: принцип действия, характеристики, параметры.
23	Классификация усилителей
24	Показатели качества усилительных устройств.
25	Режимы работы усилителя.
26	Особенности построения силовых каскадов.
27	Трансформаторный усилитель мощности.
28	Бестрансформаторный усилитель мощности.
29	Усилители мощности в ключевом режиме. Симметричная коммутация ключей.
30	Усилители мощности в ключевом режиме. Несимметричная коммутация ключей.
5 семестр	
31	Усилители мощности в ключевом режиме. Диагональная коммутация ключей.
32	Типовые схемы включения ОУ (инвертирующее включение).
33	Типовые схемы включения ОУ (неинвертирующее включение).
34	Реализация корректирующих устройств на ОУ.
35	Реализация нелинейных характеристик на основе диодно-резистивной ячейки.
36	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Ограничение»
37	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Зона нечувствительности»
38	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Переменный коэффициент усиления»

39	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Люфт».
40	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Идеальное реле».
41	Принципы построения генераторов.
42	Генераторы гармонических колебаний на транзисторах
43	Генераторы гармонических колебаний на ОУ
44	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения на транзисторах
45	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения со стабилизацией тока
46	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения на ОУ
47	Мультивибратор на транзисторах. Принцип работы.
48	Мультивибратор на транзисторах. Расчет длительности импульсов
49	Мультивибратор на ОУ
50	Одновибратор на транзисторах. Принцип работы.
51	Одновибратор на транзисторах. Расчет длительности импульса.
52	Одновибратор на транзисторах. Расчет времени восстановления.
53	Одновибратор на ОУ
54	Блокинг-генератор
55	Симметричный триггер.
56	Триггер с эмиттерной связью
57	Амплитудные модуляторы.
58	Частотные модуляторы.
59	Фазовые модуляторы.
60	Амплитудные демодуляторы.
61	Частотные демодуляторы

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
1	Проектирование усилителя мощности класса В
2	Проектирование усилителя мощности для управления ДПТ
3	Проектирование усилителя мощности для управления ГПТ
4	Проектирование усилителя мощности для управления Синхронного генератора

5. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

6. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области электроники.

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Характеристики и параметры полупроводниковых приборов;
- Усилители и генераторы;
- Импульсная техника;
- Логические элементы;

- Модуляторы и демодуляторы.

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия дают возможность студентам закреплять теоретические знания, получаемые в ходе освоения лекционного курса, а также навыки расчета электронных схем, которые необходимы для выполнения курсового проекта по разработке усилителя мощности.

Практические занятия основываются на решении расчетных примеров, изложенных в источнике:

1. Проектирование электронных усилительных устройств систем автоматического управления : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2005. - 150 с/

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Проведение лабораторных работ регламентируется правилами охраны труда и техники безопасности, утвержденными ректором ГУАП. Задание на выполнение лабораторных работ определяется преподавателем в соответствии с настоящей программой дисциплины «Электроника» и учебным планом направления 27.03.04

Задания и требования к проведению лабораторных работ приведены в следующих источниках:

1. Электроника: методические указания к лабораторным работам/ С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. Ф. Шишлаков, Т. Г. Полякова, И.Г. Криволапчук, Н.В. Решетникова. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 51 с.
2. Электроника Часть 2 Методические указания к выполнению лабораторный работ/ С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. Ф. Шишлаков, Т. Г. Полякова, И.Г. Криволапчук, Н.В. Решетникова. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 53 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов в виде таблиц и графиков
5. Теоретические расчеты (при необходимости)
6. Выводы по лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с

требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта

1. Титульный лист
2. Введение
3. Анализ технического задания
4. Расчет оконечного каскада усиления, работающего в классе В
 - 4.1. Выбор транзисторов мощного каскада усиления
 - 4.2. Расчет площади теплоотвода и числа параллельно включенных транзисторов
 - 4.3. Расчет величин сопротивлений уравнивающих резисторов
 - 4.4. Расчет термостабилизирующих резисторов выходного каскада
5. Расчет предварительных каскадов усиления
 - 5.1. Выбор транзисторов предварительных каскадов усиления
 - 5.2. Расчет сопротивлений промежуточных каскадов усиления
 - 5.3. Стыковка каскадов усиления многокаскадного усилителя
6. Расчет внешних цепей усилителя
 - 6.1. Расчет коэффициента усиления охватываемой части усилителя и коэффициента передачи отрицательной обратной связи
 - 6.2. Расчет параметров внешних цепей усилителя с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению
 - 6.3. Расчет требуемой точности и выбор типа резисторов
7. Принципиальная электрическая схема усилителя
8. Заключение
9. Библиографический список

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017. Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>.

Методические указания к курсовой работе приведены в источнике:

1. Проектирование электронных усилительных устройств систем автоматического управления : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2005. - 150 с.

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
24.06.2021	Внедрение практической подготовки	23.06.2021 протокол №8	