

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

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

 В.Ф. Шишлаков

(подпись)

«28» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Схемотехника средств контроля»

(Название дисциплины)

Код направления	16.03.01
Наименование направления/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доц., к.т.н. 24.04.19

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Ю.А, Ганьшин

инициалы, фамилия

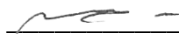
Программа одобрена на заседании кафедры № 31

28 мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф. 28.05.19

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.Ф. Шишлаков

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

доц., к.т.н., доц. 28.05.19

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

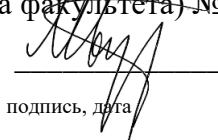
М.В. Бураков

инициалы, фамилия

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

доц., к.т.н., доц. 28.05.19

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

М.В. Бураков

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Схемотехника средств контроля» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-8 «способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней»;

профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»,

ПК-9 «способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»,

ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»,

ПК-14 «способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров»,

ПК-15 «готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием и моделированием средств контроля.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является формирование у студентов знаний в области аналоговой и цифровой измерительной техники, необходимые при анализе и синтезе систем контроля.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-8 «способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней»:

знать

- элементную аналоговую и цифровую базу;

- принципы работы, устройство и параметры измерительных приборов;

уметь - решать типовые схемотехнические измерительные задачи, соответствующие его квалификации и производственной деятельности;

владеть навыками - выбора методов и приборов контроля при решении конкретных производственных задач контроля качества продукции;

иметь опыт деятельности – исследования схем и режимов работы типовых средств контроля;

ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»:

знать

– современное состояние отрасли измерительных средств;

– основные направления развития измерительной техники;

уметь – использовать специализированные измерительные приборы при работе с цифровыми и аналоговыми устройствам;

владеть навыками – построения и исследования макетов средств контроля;

иметь опыт деятельности – по оценке экспериментальных результатов;

ПК-9 «способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»:

знать

– основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств;

– физические основы работы составных частей измерительных каналов;

– влияние различных факторов окружающей среды на работу измерительных каналов;

– принципы электронной коррекции измерительных сигналов, как путь компенсации инструментальных погрешностей;

– основные принципы обработки измерительной информации и их аппаратурную реализацию;

уметь

– грамотно выбирать современную элементную базу измерительных устройств;

– грамотно эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства;

владеть навыками - проектирования типовых измерительных каналов;

иметь опыт деятельности - по анализу отдельных составляющих погрешностей средств измерения физических величин;

ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»:

знать - принципы математического описания элементов аналоговой и цифровой электроники;

уметь - выбирать адекватные схемотехнические решения для решения конкретных инженерных задач;

владеть навыками - проектирования средств контроля;

иметь опыт деятельности - по моделированию средств контроля в среде специализированного программного обеспечения;

ПК-14 «способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров»:

знать - состояние отрасли средств контроля и перспективы развития схемотехники средств контроля и их элементной базы;

уметь - разрабатывать схемотехнику, определять требования к отдельным узлам измерительных устройств;

владеть навыками – моделирования и проектирования средств контроля;

иметь опыт деятельности - проектирования типовых измерительных устройств;

ПК-15 «готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики»:

знать - современную научно-техническую лексику (терминологию);

уметь - самостоятельно производить поиск и анализ новой информации;

владеть навыками - поиска и анализа необходимой информации, используя современные информационные технологии;

иметь опыт деятельности - работы со справочной литературой и другими источниками информации при выборе элементной базы.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Материаловедение;
- Электротехника;
- Информационные технологии.

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

- Микропроцессорные устройства систем управления;
- Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики.

### 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
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	34	34
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	74	74
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Зачет	Зачет

### 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 6					
Раздел 1. Введение	1		-		-
Раздел 2. Системы контроля	4		4		20
Раздел 3. Схемотехника аналоговых измерительных каналов	4		7		20
Раздел 4. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов	4		6		20
Раздел 5. Схемотехника цифровых измерительных каналов	4		-		14
Итого в семестре:	17		17		74
Итого:	17	0	17	0	74

#### 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	<b>Тема 1.1.</b> Цели и задачи курса. Место курса в системе дисциплин, обеспечивающих подготовку студента по данной направленности.
2	<b>Тема 2.1.</b> Измерение физических величин. Основные понятия и определения. Свойства средств измерения и предъявляемые к ним требования. Структуры типовых средств контроля. Измерительные преобразователи, классификация, основные параметры. Измерительные цепи генераторных измерительных преобразователей. Измерительные цепи параметрических преобразователей: цепь последовательного включения, цепь в виде делителя, неравновесные мосты. Особенности неравновесных мостов переменного тока.
3	<b>Тема 3.1.</b> Операционные усилители (ОУ). Базовые схемы включения ОУ: инвертирующий, неинвертирующий, дифференциальный усилители. Параметры ОУ: точностные, динамические и эксплуатационные параметры. Классификация ОУ. Применение ОУ для обработки аналоговых сигналов. Усиление и ослабление сигналов. Формирование частотно-зависимых коэффициентов передачи измерительных каналов. Суммирование и вычитание сигналов. Интегрирование и дифференцирование аналоговых сигналов. Функциональные преобразователи. Перемножители и делители сигналов. Особенности измерительных каналов переменного тока. Выполнение специальных операций над сигналами. Определение среднего абсолютного значения (измерительные выпрямители). Фазочувствительный выпрямители (демодуляторы). Синхронные детекторы. Модуляторы сигналов. Примеры схемотехники аналоговых измерительных каналов.
4	<b>Тема 4.1.</b> Теоретические основы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Основные параметры аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Классификация АЦП. Последовательный АЦП с генератором ступенчатого напряжения. АЦП последовательного приближения. АЦП с время - импульсным преобразованием. АЦП с двухэтапным интегрированием. Параллельные АЦП. АЦП на основе - модуляции. Преобразователи напряжение – частота. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Цифровые синтезаторы аналоговых сигналов.
5	<b>Тема 5.1.</b> Цифровые и аналого-цифровые измерительные каналы. Примеры практической реализации. Цифровые методы измерения временных интервалов. Цифровые методы измерения частоты. Устройства отображения информации.

#### 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)	№ раздела дисциплины

Учебным планом не предусмотрено

#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Исследование схемы инструментального усилителя	4	2
2	Исследование схемы усилителя с модуляцией и демодуляцией сигнала	4	3
3	Исследование схемы одноканального усилителя с периодической компенсацией дрейфа нуля	3	3
4	Исследование интегрального тензомоста	3	4
5	Исследование однополярного емкостного датчика	3	4
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 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 6, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	25	25
расчетно-графические задания (РГЗ)	25	25
Подготовка к текущему контролю (ТК)	14	14

### 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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.38 О-60	Опадчий Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс : учебник / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Ред. О. П. Глудкин. - ISBN 5-93517-002-7. - М. : Горячая линия - Телеком, 2005. - 763 с.	32
004.31 У27	Цифровая схемотехника : учебное пособие / Е. П. Угрюмов. - СПб. : БХВ - ISBN 5-8206-0100-9. - Петербург, 2000. - 518 с.	20
535	Федоров В. В. Единая теория поля. С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т	30



Ф 33	"ЛЭТИ". - ISBN 5-7629-0230-7. - СПб. : Изд-во ГЭТУ (ЛЭТИ), 2009. - 248 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)
004.4 А61	Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8/ М. А. Амелина, С. А. Амелин. - ISBN 978-5-93517-339-5. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 464 с.	58
621.38 Щ94	Щука А. А. Электроника : учебное пособие /; Ред. А. С. Сигов. - СПб. : БХВ - ISBN 5-94157-461-4. - Санкт-Петербург, 2005. - 800 с.	7
004 Ф88	Вводный курс цифровой электроники: учебное пособие/ К. Фрике; Пер. с нем. В. Я. Кремлев. - 2-е изд., испр. и доп. - ISBN 3-528-13861-0. - М.: Техносфера, 2004. - 428 с.	9

## 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
<a href="http://электротехнический-портал.рф/">http://электротехнический-портал.рф/</a>	Электротехнический портал .рф .Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров
<a href="http://www.electro-gid.ru/">http://www.electro-gid.ru/</a>	Портал Electro-Gid.ru - Электроника и электротехника.
<a href="http://www.elecab.ru/">http://www.elecab.ru/</a>	"Элекаб" - Справочный портал по электрике, энергетике и инженерии. Справочник электрика, справочник энергетика, нормативная документация в свободном доступе, каталог предприятий, доска объявлений, тендеры, своя банерная сеть.
<a href="http://netelectro.ru/">http://netelectro.ru/</a>	"NetElectro"- Новости электротехники, каталог фирм (все фирмы отсортированы как по алфавиту, так и по регионам), прайс-листы в каталоге оборудования. Имеется очень хороший и удобный каталог ссылок. Все ссылки в каталоге рассортированы по различным тематическим рубрикам.
<a href="http://elemo.ru/">http://elemo.ru/</a>	"Elemo" - Новости, статьи, организации, объявления, каталог сайтов.

## 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	NI Circuit Design Suite v.18

### 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	21-13

## 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
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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
ОПК-8 «способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней»	
3	Материаловедение
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Системы управления приводом
5	Силовая электроника
6	Схемотехника средств контроля
6	Силовая электроника
6	Физические методы получения информации
6	Системы управления приводом
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Диагностика электромеханических устройств
7	Микропроцессорные устройства систем управления
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Электромехатронные системы и комплексы
ПК-4 «способность применять эффективные методы исследования физико-технических	

объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»	
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Теория физических полей
6	Экспериментальные методы исследований
6	Физические методы получения информации
6	Математические методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Электромагнитная совместимость
8	Накопители электромагнитной энергии
8	Электромехатронные системы и комплексы
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Электротехника оборудования АЭС
ПК-9 «способность использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов»	
3	Материаловедение
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
6	Физические методы получения информации
6	Электрические и электронные аппараты
6	Технические средства систем управления
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Экспериментальные методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
7	Электромагнитная совместимость
7	Диагностика электромеханических устройств
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
8	Накопители электромагнитной энергии
ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»	
2	Химия
2	Информационные технологии
3	Теоретическая механика

5	Численные методы технической физики
5	Теория автоматического управления
6	Схемотехника средств контроля
6	Теория автоматического управления
6	Информационные сети и телекоммуникации
6	Экспериментальные методы исследований
6	Базы данных
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Теория автоматического управления
7	Контроль качества и испытания продукции
7	Идентификация и диагностика систем
8	Накопители электромагнитной энергии
ПК-14 «способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Системы управления приводом
5	Теория автоматического управления
5	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
5	Силовая электроника
6	Теория автоматического управления
6	Силовая электроника
6	Технические средства систем управления
6	Схемотехника средств контроля
6	Физические методы получения информации
6	Системы управления приводом
6	Электрические и электронные аппараты
7	Диагностика электромеханических устройств
7	Микропроцессорные устройства систем управления
7	Теория автоматического управления
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Контроль качества и испытания продукции
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики
ПК-15 «готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики»	
2	Информационные технологии

5	Теория автоматического управления
5	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Теория автоматического управления
6	Схемотехника средств контроля
6	Базы данных
6	Информационные сети и телекоммуникации
7	Микропроцессорные средства контроля и диагностики
7	Теория автоматического управления
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Микропроцессорные устройства систем управления
8	Контроль и диагностика электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
8	Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики

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"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>
-------------	---------------------------------------	---

#### 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
	Учебным планом не предусмотрено

##### 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
1	Цели и задачи курса
2	Измерение физических величин
3	Основные понятия и определения
4	Свойства средств измерения и предъявляемые к ним требования
5	Структуры типовых средств контроля
6	Измерительные преобразователи, классификация, основные параметры
7	Измерительные цепи генераторных измерительных преобразователей
8	Измерительные цепи параметрических преобразователей: цепь последовательного включения, цепь в виде делителя, неравновесные мосты
9	Особенности неравновесных мостов переменного тока
10	Операционные усилители (ОУ)
11	Базовые схемы включения ОУ: инвертирующий, неинвертирующий, дифференциальный усилители
12	Параметры ОУ: точностные, динамические и эксплуатационные параметры
13	Классификация ОУ
14	Применение ОУ для обработки аналоговых сигналов
15	Усиление и ослабление сигналов
16	Формирование частотно-зависимых коэффициентов передачи измерительных каналов
17	Суммирование и вычитание сигналов
18	Интегрирование и дифференцирование аналоговых сигналов
19	Функциональные преобразователи
20	Перемножители и делители сигналов
21	Особенности измерительных каналов переменного тока
22	Выполнение специальных операций над сигналами
23	Определение среднего абсолютного значения (измерительные выпрямители)
24	Фазочувствительный выпрямители (демодуляторы)
25	Синхронные детекторы
26	Модуляторы сигналов

27	Примеры схемотехники аналоговых измерительных каналов
28	Теоретические основы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования
29	Основные параметры аналого-цифровых преобразователей (АЦП)
30	Классификация АЦП
31	Последовательный АЦП с генератором ступенчатого напряжения
32	АЦП последовательного приближения
33	АЦП с время - импульсным преобразованием
34	АЦП с двухэтапным интегрированием
35	Параллельные АЦП
36	АЦП на основе -модуляции
37	Преобразователи напряжение – частота
38	Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)
39	Цифровые синтезаторы аналоговых сигналов
40	Цифровые и аналого-цифровые измерительные каналы
41	Примеры практической реализации
42	Цифровые методы измерения временных интервалов
43	Цифровые методы измерения частоты
44	Устройства отображения информации

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
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Укажите, какой формулой описывается ВАХ $p$ - $n$ -перехода? А) $U = RI$ Б) $I = GU$ В) $I = \alpha U^{3/2}$
2	Укажите, какой участок ВАХ стабилитрона является рабочим? А) Прямой Б) Обратный В) Вся ВАХ Г) Участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением
3	Известны параметры стабилитрона: $U_{ст.ном} = 30$ В; $I_{ст.мин} = 10$ мА; $I_{ст.маx} = 50$ мА; $I_{ст.ном} = (I_{ст.маx} + I_{ст.мин})/2 = (50 + 10)/2 = 30$ мА. Укажите, чему равно динамическое сопротивление стабилитрона в окрестности рабочей точки (считая рабочий участок ВАХ стабилитрона линейным), если напряжение на стабилитроне на рабочем участке не должно изменяться более 0,1 %? А) 0,3 Ом

	Б) 0,5 Ом В) 0,75 Ом Г) 1,0 Ом Д) 1,3 Ом
4	Для параметрического стабилизатора справедливо соотношение $\Delta U_{ст} / \Delta U_{вх} = R_{ст.дин} / (R_{\bar{\sigma}} + R_{ст.дин})$ . Откуда следует, что сопротивление балластного резистора $R_{\bar{\sigma}} = (\Delta U_{вх} / \Delta U_{ст} - 1) R_{ст.дин}$ . Укажите, чему равно сопротивление балластного резистора в схеме стабилизации напряжения, если напряжение на её входе $U_{вх}$ , равное 60 В, изменяется на $\pm 10\%$ , а изменение напряжения на стабилитроне не превышает $\pm 0,1\%$ ? Номинальное напряжение стабилитрона $U_{ст.ном} = 30$ В, а его динамическое сопротивление $R_{ст.дин} = 1$ Ом. А) 200 Ом Б) 300 Ом В) 500 Ом Г) 750 Ом Д) 1000 Ом
5	Каково назначение трансформатора в выпрямительных схемах? А) Для развязки электрической сети и нагрузки Б) Для изменения значения переменного напряжения, получаемого от источника энергии, с целью приведения его в соответствие со значением требуемого выпрямленного напряжения В) Для более стабильной работы выпрямителя при колебаниях напряжения источника питания
6	Поясните, в каких случаях целесообразно использовать в выпрямителе <i>индуктивном</i> фильтре? А) при любой нагрузке Б) при высокоомной нагрузке В) при низкоомной нагрузке
7	Укажите соотношение между статическим $R_{ст.стат}$ и динамическим $R_{ст.дин}$ сопротивлениями на рабочем участке ВАХ типовых кремниевых стабилитронов. А) $R_{ст.стат} = R_{ст.дин}$ Б) $R_{ст.стат} < R_{ст.дин}$ В) $R_{ст.стат} > R_{ст.дин}$
8	Поясните, в каких случаях целесообразно использовать в выпрямителе <i>емкостном</i> фильтре? А) при любой нагрузке Б) при высокоомной нагрузке В) при низкоомной нагрузке
9	Укажите, чему равно среднее значение $U_{ср}$ выпрямленного напряжения однофазных выпрямителей без сглаживающих фильтров при работе на активную нагрузку <i>однотактного выпрямителя</i> ? А) $(1/\pi)U_{2m}$ Б) $(1/2)U_{2m}$ В) $(2/3)U_{2m}$ Г) $(2/\pi)U_{2m}$ Д) $(4/3\pi)U_{2m}$
10	Укажите, чему равно среднее значение $U_{ср}$ выпрямленного напряжения однофазных выпрямителей без сглаживающих фильтров при работе на

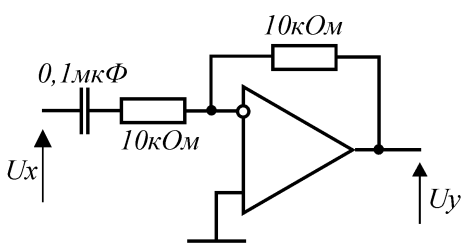


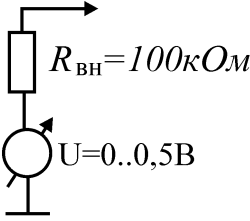
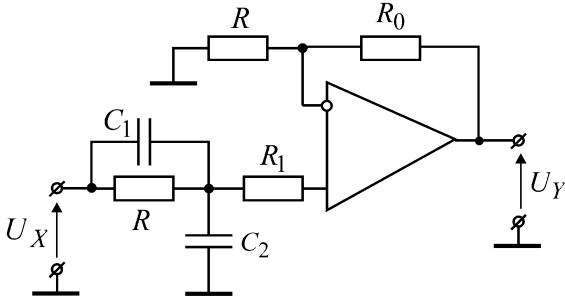
	<p>активную нагрузку <i>двухтактного выпрямителя?</i></p> <p>А) <math>(1/\pi)U_{2m}</math>          Б) <math>(1/2)U_{2m}</math>          В) <math>(2/3)U_{2m}</math>          Г) <math>(2/\pi)U_{2m}</math>          Д) <math>(4/3\pi)U_{2m}</math></p>
11	<p>Укажите соотношение, посредством которого вычисляют коэффициент сглаживания кс-фильтра.</p> <p>А) <math>U_{cp} / U_{2m}</math>          Б) <math>U_{2m} / U_{cp}</math>          В) <math>q_n / q_{n1}</math>          Г) <math>q_{n1} / q_n</math></p>
12	<p>Укажите, в какой схеме включения биполярного транзистора <i>максимальное входное сопротивление?</i></p> <p>А) в схеме с ОЭ          Б) в схеме с ОБ          В) в схеме с ОК</p>
13	<p>Укажите, в какой схеме включения биполярного транзистора <i>максимальный коэффициент усиления по мощности?</i></p> <p>А) в схеме с ОЭ          Б) в схеме с ОБ          В) в схеме с ОК</p>
14	<p>Укажите порядок входного сопротивления полевых транзисторов, включенных по схеме с ОИ?</p> <p>А) Десятки-сотни Ом          Б) Десятки-сотни кОм          В) Десятки-сотни МОм</p>
15	<p>Укажите возможную максимальную частоту преобразования сигналов в устройствах на базе полевого транзистора <i>с управляющим p-n-переходом?</i></p> <p>А) 500 МГц          Б) 1...2 ГГц          В) 8...10 ГГц          Г) 12...18 ГГц</p>
16	<p>Укажите возможную максимальную частоту преобразования сигналов в устройствах на базе полевого транзистора <i>с изолированным затвором?</i></p> <p>А) 500 МГц          Б) 1...2 ГГц          В) 8...10 ГГц          Г) 12...18 ГГц</p>
17	<p>Укажите тип усилителя, у которого коэффициент усиления по напряжению меньше единицы?</p> <p>А) Транзисторный усилитель в схеме с ОЭ          Б) Транзисторный усилитель в схеме с ОК          В) Дифференциальный усилитель</p>
18	<p>Укажите, как изменится положение нагрузочной линии в транзисторном усилителе в схеме с ОЭ <i>при уменьшении сопротивления <math>R_K</math> в цепи коллектора?</i></p> <p>А) Линия сдвинется влево          Б) Наклон линии уменьшится          В) Линия сдвинется вправо          Г) Наклон линии увеличится</p>

19	<p>Укажите, как изменится положение нагрузочной линии в транзисторном усилителе в схеме с ОЭ при увеличении ЭДС источника питания <math>E_n</math>?</p> <p>А) Линия сдвинется влево          Б) Наклон линии уменьшится          В) Линия сдвинется вправо          Г) Наклон линии увеличится</p>
20	<p>Укажите, какой коэффициент усиления по напряжению в децибелах имеет двухкаскадный усилитель, если <math>K_{u1} = 100</math> и <math>K_{u2} = 10</math>, где <math>K_{u1}</math> и <math>K_{u2}</math> – коэффициенты усиления первого и второго каскадов?</p> <p>А) 20 дБ          Б) 40 дБ          В) 60 дБ          Г) 80 дБ</p>
21	<p>Определите коэффициент усиления по мощности двухкаскадного усилителя, если каждый каскад обеспечивает десятикратное усиление по напряжению?</p> <p>А) 100          Б) 2000          В) 400          Г) 10000</p>
22	<p>Укажите, чем отличается схема компаратора напряжения на ОУ от схемы усилителя на ОУ?</p> <p>А) Наличием обязательных двух типов обратных связей (ООС и ПОС) в усилителях напряжения и их отсутствием в компараторах          Б) Принципиальных отличий нет          В) Принципиальным отличием является формирование цифрового сигнала на выходе компаратора вследствие подачи на вход сравнительно больших входных по уровню аналоговых сигналов          Г) Отсутствием ПОС во всех типах компараторов</p>

### 5. 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
1	<p>Определить передаточную функцию схемы, приведенной ниже:</p> 
2	<p>Построить аналоговое электронное устройство, решающее дифференциальное уравнение <math>\ddot{a}y + b\dot{y} + cy = hx(t)</math> при нулевых начальных условиях.</p>
3	<p>Разработать схему и рассчитать параметры элементов усилителя сигнала переменного тока (частота сигнала 10..20 кГц). Типы активных элементов усилителя выбирать из справочника. Коэффициент передачи усилителя по напряжению <math>K = 30</math>. Сопротивление нагрузки усилителя <math>R_H = 5 \text{ кОм}</math>. Приведенная суммарная относительная погрешность передачи сигнала, не более 0,5%. Параметры источника сигнала:</p>

	
4	<p>Определить передаточную функцию <math>W(p) = U_Y(p)/U_X(p)</math> схемы, приведенной на рисунке. Построить амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики. Считать, что операционный усилитель – идеален, т.е. коэффициент усиления <math>G = \infty</math> и входными токами усилителя можно пренебречь.</p>  <p><math>R = 10\text{кОм}</math>, <math>R_0 = 30\text{кОм}</math>, <math>R_1 = 47\text{кОм}</math>, <math>C_1 = 1\text{нФ}</math>, <math>C_2 = 47\text{нФ}</math></p>

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 изучения схемотехники средств контроля, создание поддерживающей образовательной среды преподавания дисциплины, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в теоретических и экспериментальных исследованиях типовых схем измерительных приборов.

### 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.

Методические указания по освоению лекционного материала приведены на сервере кафедры и в учебных пособиях:

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
621.38 О-60	Опадчий Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс : учебник / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Ред. О. П. Глудкин. - ISBN 5-93517-002-7. - М. : Горячая линия - Телеком, 2005. - 763 с.	32

#### **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.

Методические указания по прохождению лабораторных работ размещены на сервере кафедры.

#### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Лабораторные работы в группах проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий в вузе и в течение определенного времени. Поэтому для успешного выполнения лабораторных работ в отведенное для этого время студент должен руководствоваться следующими положениями:

1. Предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ;
2. Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы и установить, в чем состоит основная цель и задачи этой работы;

3. По лекционному курсу и рекомендованным литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной лабораторной работе;

4. До проведения лабораторной работы узнать ее номер и номер своего варианта исходных данных, сделать заготовку отчета по ней, содержащую титульный лист, цель работы, результаты предварительного расчета, таблицы, графики, векторные диаграммы, построенные по результатам вычислений, схемы экспериментов, таблицы для записи результатов экспериментов;

5. Неподготовленные к работе студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Успешное выполнение лабораторных работ может быть достигнуто в том случае, если экспериментатор отчетливо представляет себе цель эксперимента и ожидаемые результаты, поэтому важным условием обстоятельности проводимых исследований является тщательная подготовка к лабораторной работе. При этом необходимо соблюдение следующих требований:

1. Перед сборкой электрической цепи студенты должны предварительно ознакомиться с электрическим оборудованием и его номинальными данными, а также с измерительными приборами, предназначенными для проведения соответствующей лабораторной работы.

2. Сборку электрической цепи необходимо производить в точном соответствии с заданием.

3. После окончания сборки электрическая цепь должна быть предъявлена для проверки. Включать цепь под напряжение можно только с разрешения преподавателя или дежурного лаборанта.

4. Запись показаний всех приборов в процессе выполнения лабораторной работы следует производить по возможности одновременно и быстро.

5. Результаты измерений заносятся студентом в свою рабочую тетрадь.

6. После выполнения отдельного этапа лабораторной работы результаты опыта вместе с простейшими контрольными расчетами предъявляются для проверки преподавателю *до разборки электрической цепи*.

7. Разбирать электрическую цепь, а также переходить к сборке новой можно только по разрешению преподавателя.

8. После выполнения лабораторной работы схема должна быть разобрана, приборы отключены, а рабочее место приведено в порядок.

9. В течение всего времени занятий в лаборатории студенты обязаны находиться на своих рабочих местах. Выходить из помещения лаборатории во время занятий можно только с разрешения преподавателя.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

По каждой выполненной работе составляют отчет, содержащий:

1. Титульный лист с указанием названия вуза, кафедры, названия и порядкового номера лабораторной работы, фамилией и инициалами преподавателя, которому сдается отчет; фамилией, инициалами и номером группы студента, выполнившего отчет.

2. Цель работы, номер варианта и исходные данные для предварительных расчетов и экспериментов.

3. Результаты предварительного расчета, таблицы с расчетными и экспериментальными данными с указанием названий опытов.

4. Схемы опытов и графики.

5. Графики зависимостей в прямоугольной системе координат в масштабе, с равномерными шкалами и стандартизированным шагом по осям. На графиках необходимо наносить экспериментальные точки и соединять их между собой, учитывая некоторый разброс измеренных значений и используя аппроксимацию.

6. Векторные диаграммы, выполненные карандашом на миллиметровке или бумаге в клеточку с указанием масштаба отдельно для токов, напряжений и мощностей. Все схемы опытов, таблицы, графики и векторные диаграммы должны иметь названия.

7. Основные выводы по результатам проделанной работы; заключение на основании сравнения расчетных и экспериментальных данных.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе имеются в пособии:

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
621.3 Т33	Теоретические основы электротехники и основы теории цепей : методические указания к выполнению лабораторных работ № 2, 3, 7 / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. Б. А. Артемьев [и др.]. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 34 с	73

### **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:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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 в дисциплину	23.06.2021 протокол №8	