

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 Н.А. Жильникова
(подпись)

«28» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электротехника»

(Название дисциплины)

Код направления	20.03.01
Наименование направления/ специальности	Техносферная безопасность
Наименование направленности	Инженерная защита окружающей среды
Форма обучения	заочная

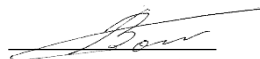
Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доцент., к.т.н., доцент

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

28.05.2019

В.А.Голубков

инициалы, фамилия

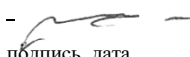
Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«28» мая 2019 г, протокол №8

Заведующий кафедрой № 31

проф.,д.т.н.,проф.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

28.05.2019

В.Ф. Шишлаков

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 20.03.01(01)

доц.,к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

28.05.2019



подпись, дата

Н.А. Жильникова

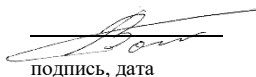
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

должность, уч. степень, звание

28.05.2019



подпись, дата

В.А. Голубков

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Электротехника» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленность «Инженерная защита окружающей среды». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-12 «способность использования основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач»;

профессиональных компетенций:

ПК-3 «способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- законами теории электрических и магнитных цепей;
- расчетом и анализом параметров электрических цепей постоянного и переменного токов, рассмотрением в установившихся и переходных режимах работы линейных и нелинейных схем замещения;
- проведением экспериментальных испытаний электрических и магнитных цепей, электротехнических устройств с анализом результатов испытаний.

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 экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний о законах и методах расчета электрических и магнитных цепей электротехнических устройств, приобретение навыков расчета и анализа параметров электрических цепей, токов и напряжений в установившихся и переходных режимах работы линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей, умение пользоваться электроизмерительными приборами. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им использовать на практике методы расчета и анализа электрических и магнитных цепей. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных электрических схем, проводить элементарные лабораторные испытания электротехнических устройств.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-12 «способность использования основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач»:

знать – основные методы расчета электрических цепей

уметь - составлять математические модели электрических цепей

владеть навыками – работы с информацией в области исследования электрических цепей

иметь опыт деятельности – в области владения информационными ресурсами для моделирования электрических цепей;

ПК-3 «способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники»:

знать – методы расчета риска при анализе электрических цепей

уметь – рассчитывать риск при анализе электрических цепей

владеть навыками – определения меры безопасности разрабатываемых электрических систем.

иметь опыт деятельности - обеспечения безопасности разрабатываемых электрических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра;
- математика. Математический анализ;
- физика.

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

- 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	
		№3	№4
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	6/ 216	2/ 72	4/ 144
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	24	8	16
лекции (Л), (час)	12	4	8
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	12	4	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)	9		9
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	183	64	119
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет, Экз.	Зачет	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 (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Введение, основные определения электрических цепей.	0,5	--	--	--	6
Тема 1.1. Цели и задачи курса. Место курса в системе дисциплин, обеспечивающих электротехническую подготовку студента по данной направленности.	0,25	--	--	--	3
Тема 1.2. Электрическая цепь - электромагнитная модель устройства или системы. Система величин, используемая при описании цепи.	0,25	--	--	--	3
Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока.	1	--	1	--	14
Тема 2.1. Структура, классификация, параметры элементов. Законы электрических цепей.	0,2	--		--	4
Тема 2.2. Электрическая схема. Основные топологические понятия.	0,4	--	--		5
Тема 2.3. Преобразование электрических схем. Расчет цепей постоянного тока.	0,4	--	--	--	5

Раздел 3. Электрические цепи гармонического (синусоидального) тока.	1	--	1	--	20
Тема 3.1. Элементы цепей синусоидального тока. Изображение синусоидальных величин векторами на комплексной плоскости. Символический метод. Векторные диаграммы.	0,3	--	---	--	8
Тема 3.2. Простейшие цепи синусоидального тока. Мощность в цепи синусоидального тока. Резонанс напряжений.	0,3	--		--	7
Тема 3.3. Резонанс токов. Расчет цепей синусоидального тока.	0,4				5
Раздел 4. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	1,5	--	2	--	24
Тема 4.1. Законы коммутации и начальные условия. Принужденный и свободный режимы. Расчет переходных процессов классическим методом.	1	--		--	12
Тема 4.2. Операторный метод расчета переходных процессов.	0,5	--	--	--	12
Итого в семестре	4	0	4	0	56
Семестр 4					
Раздел 5. Анализ индуктивно связанных цепей	2		2		22
Тема 5.1. Цепь со взаимной индукцией - модель устройства. Взаимная индуктивность. Напряжение взаимной индукции, одноименные зажимы.	1		1		11
Тема 5.2. Согласное и встречное включение катушек. Уравнения цепи со взаимной индукцией методами токов ветвей и токов связей.	1		1		11
Раздел 6. Трехфазные цепи.	2		2	--	24
Тема 6.1. Определения и свойства трехфазных цепей. Схемы соединения трехфазных цепей. Связь фазных и линейных величин.	0,5		--	--	8
Тема 6.2. Соединение нагрузки звездой (симметричная и несимметричная нагрузка). Соединение нагрузки треугольником (симметричная и несимметричная нагрузка).	1		2	--	8
Тема 6.3. Активная, реактивная и полная мощности. Измерение активной и реактивной мощности.	0,5		--	--	8
Раздел 7. Нелинейные цепи.	2		2	--	24
Тема 7.1. Основные понятия, определения. Расчет нелинейных резистивных цепей постоянного тока. Стабилизация напряжений и токов.	1		1	--	20
Тема 7.2. Магнитные цепи постоянного тока. Нелинейная индуктивность в цепи с синусоидальным напряжением.	1		1	--	4
Раздел 8. Основы теории четырехполюсников и электрических фильтров.	1		2	--	24
Тема 8.1. Основные определения и уравнения четырехполюсника. Определение коэффициентов четырехполюсника.	1		2	--	24
Раздел 9. Цепи несинусоидального периодического тока.	1		--	--	25
Тема 9.1. Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Параметры периодических несинусоидальных величин. Анализ электрических цепей при несинусоидальных напряжениях и токах.	2		--	--	25
Итого в семестре:	8	0	8	0	119
Итого:	16	0	16	0	175

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, темы	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Введение, основные определения электрических цепей.
Тема 1.1.	Цели и задачи курса. Место курса в системе дисциплин, обеспечивающих электротехническую подготовку студента по данной направленности.
Тема 1.2.	Электрическая цепь - электромагнитная модель устройства или системы. Система величин, используемая при описании цепи.
Раздел 2.	Электрические цепи постоянного тока.
Тема 2.1.	Структура, классификация, параметры элементов. Законы электрических цепей. Структурные элементы цепи (активные и пассивные), их свойства, уравнения и параметры элементов. Линейные и нелинейные элементы. Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами.
Тема 2.2.	Математическая модель цепи (уравнения цепи) - совокупность уравнений элементов с уравнениями соединений. Электрическая схема. Основные топологические понятия (двухполюсник, узел, сечение, контур). Закон токов Кирхгофа и закон напряжений Кирхгофа как уравнения состояний.
Тема 2.3.	Правила преобразования электрических схем. Задача расчета, понятие о ветви как о расчетном двухполюснике, ток и напряжение которого связаны соотношением - уравнением ветви. Расчет цепей постоянного тока.
Раздел 3.	Электрические цепи гармонического (синусоидального) тока.
Тема 3.1.	Основные величины, характеризующие гармонический режим. Действующее и среднее значения. Мощность. Пассивные элементы в гармоническом режиме. Изображение синусоидальных величин векторами на комплексной плоскости. Комплексные амплитуды и действующие значения. Векторные диаграммы.
Тема 3.2.	Комплексные сопротивления и проводимости. Уравнения элементов и соединений в комплексной форме. Комплексная мощность. Простейшие цепи синусоидального тока. Мощности в цепях синусоидального тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
Раздел 4.	Переходные процессы в линейных электрических цепях.
Тема 4.1.	Виды нестационарных (переходных) режимов, их связь с установившимися. Правила коммутации, переменные состояния. Начальные условия. Принужденный и свободный режимы. Порядок составления и аналитического решения уравнений состояния. Характеристики свободных процессов в цепях 1-го и 2-го порядков. Расчет переходных процессов классическим методом. О численном решении уравнений состояния.
Тема 4.2.	Операторный метод расчета переходных процессов. Связь между преобразованиями Фурье и Лапласа. Свойства операторных изображений. Составление и решение уравнений цепи в операторной форме. Переход от изображений к оригиналам. Теорема разложения.
4 семестр	
Раздел 5.	Анализ индуктивно связанных цепей.
Тема 5.1.	Цепь со взаимной индукцией - модель устройства, отдельные части которого связаны общим магнитным потоком. Взаимная индуктивность - параметр, характеризующий магнитную связь. Напряжение взаимной индукции, одноименные зажимы.
Тема 5.2.	Определение одноименных зажимов и взаимной индуктивности методом холостого хода, методом согласного и встречного включения катушек. Уравнения цепи со взаимной индукцией методами токов ветвей и токов связей.
Раздел 6.	Трехфазные цепи.
Тема 6.1.	Преимущества многофазных цепей и систем. Определения и свойства трехфазных цепей. Связь фазных и линейных величин.
Тема 6.2.	Расчет трехфазных цепей при включении нагрузки звездой (симметричная и несимметричная нагрузка). Расчет трехфазных цепей при включении нагрузки треугольником (симметричная и несимметричная нагрузка).

Тема 6.3	Активная, реактивная и полная мощности. Измерение активной и реактивной мощности.
Раздел 7.	Нелинейные цепи.
Тема 7.1.	Основные понятия, определения. Расчет нелинейных резистивных цепей постоянного тока. Стабилизация напряжений и токов.
Тема 7.2.	Магнитные цепи постоянного тока. Нелинейная индуктивность в цепи с синусоидальным напряжением. Феррорезонанс напряжений и токов.
Раздел 8.	Основы теории четырехполюсников и электрических фильтров.
Тема 8.1.	Основные определения и уравнения четырехполюсника. Определение коэффициентов четырехполюсника.
Раздел 9.	Цепи несинусоидального периодического тока.
Тема 9.1.	Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Параметры периодических несинусоидальных величин. Анализ электрических цепей при несинусоидальных напряжениях и токах.

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 3			
1.	Исследование линии передачи энергии от источника к приемнику.	1	2
2.	Исследование одноэлементных двухполюсников на переменном токе.	1	3
3.	Резонансные явления в простых цепях.	1	3
4.	Переходные процессы в цепях постоянного тока.	1	4
	Итого в семестре:	4	
Семестр 4			
5.	Исследование индуктивно-связанных цепей.	2	5
6.	Исследование трехфазной цепи, соединенной по схеме «звезда».	2	6
7.	Исследование цепей с нелинейными резистивными элементами.	2	7
9.	Исследование пассивных четырехполюсников.	2	8
	Итого в семестре:	8	
Всего:		12	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено.

4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость.

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час	Семестр 4, час
1	2	3	4
Самостоятельная работа, всего	183	64	119
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	68	28	50
Подготовка к текущему контролю (ТК)	17	8	9
контрольные работы заочников (КРЗ)	90	30	60

Перечень тем самостоятельной работы студентов:

Преобразование пассивного треугольника в звезду и наоборот, расчет цепи, использующий это преобразование.

Взаимное эквивалентное преобразование ветвей с источниками тока и источниками напряжения и его использование для расчета цепи.

Эквивалентное преобразование сложного активного двухполюсника в активный простейший с источником напряжения или тока.

Комплексные изображения гармонических величин. Комплексные амплитуды и действующие значения.

Линейный трансформатор, его уравнения и варианты моделей. Совершенный и идеальный трансформаторы.

Пассивные фильтры. Принцип построения, разновидность фильтров. Реактивные и емкостные фильтры, их основные характеристики.

Периодический режим. Разложение периодической функции в ряд Фурье с учетом симметрии, спектры. Средние значения и мощность. Расчет цепи в периодическом режиме. Частотные характеристики простейших цепей и колебательных контуров, простейшие фильтры.

Мощность и способы ее измерения в трехфазных цепях. Принцип работы и конструктивные схемы электрических машин.

Особенности определения начальных условий при наличии индуктивных сечений и емкостных контуров. Порядок цепи. Обобщенные правила коммутации.

Операторный метод анализа. Связь между преобразованиями Фурье и Лапласа.. Составление и решение уравнений цепи в операторной форме. Переход от изображений к оригиналам. Теорема разложения.

Представление произвольного напряжения или тока источника через систему единичных функций. Интеграл Дюамеля, его формы. Расчет цепи с помощью интеграла Дюамеля.

Нелинейные цепи в постоянном режиме. Графический, графоаналитический и численный методы анализа.

Нелинейные цепи с гармоническим источником. Эквивалентные синусоиды, нелинейный резонанс, гармонический анализ.

Общие сведения и сопоставительный анализ программ для моделирования электрических цепей: P-CAD, Micro-Cap, System-View, Electronics Workbench. Сведения о пакетах Mathlab (Simulink).

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)
	Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90 . — Загл. с экрана.	Электронный ресурс
	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.И. Атабеков [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 432 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/644 . — Загл. с экрана.	Электронный ресурс
621.3 Л 13	Лавров В.Я. Линейные электрические цепи. Установившиеся процессы: учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2010. - 232 с.	225 экз.
621.372 Л 13	Лавров В.Я. Основы терпи цепей. Переходные процессы: учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2012. - 124 с.	138 экз.

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Кол-во экз. в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.372 К 60	Колесников В.В. Основы теории цепей. Переходные процессы и четырехполюсники: учебное пособие. СПб.: ГУАП, 2006. – 111 с.	197 экз.
621.372 К 60	Колесников В.В. Основы теории цепей. Установившиеся режимы: учебное пособие. СПб.: ГУАП, 2006. – 101 с.	194 экз.
621.372 К 60	Колесников В.В. Основы теории цепей. Нелинейные цепи, длинные линии: учебное пособие. СПб.: ГУАП, 2007. – 104 с.	167 экз.

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
www.kurstoe.ru	Курс лекций по ТОЭ
www.bourabai.ru	Теоретические основы электротехники и электроники
www.toehelp.ru	Лекции и задачи по ТОЭ

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
	Не предусмотрено

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 общего доступа.	на ул. Гастелло, 15.
2	Специализированные лаборатории «Линейные электрические цепи» и «Нелинейные электрические и магнитные цепи».	ауд.14-04 и 14-06 на ул. Гастелло, 15.

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; Задачи; Тесты.
Зачет	Список вопросов; Тесты.

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-12 «способность использования основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач»
1	Информатика
2	Информатика
3	Электротехника

4	Электротехника
5	Электроника
6	Информационные технологии
6	Статистические методы в управлении охраной окружающей среды
8	Информационные технологии в управлении охраной окружающей среды и защита информации
8	Основы информационной безопасности
8	Производственная практика научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика
ПК-3 «способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники»	
3	Электротехника
4	Электротехника
8	Экологическая экспертиза и экологический аудит
8	Дозиметрия и радиационная безопасность
9	Методические основы организации измерений в промышленной экологии
9	Управление экологической безопасностью проектов

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»	- 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»	- 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»	- 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»	- 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
1.	Взаимная индуктивность. ЭДС взаимной индукции. Маркировка одноименных зажимов.
2.	Согласное и встречное включение индуктивно-связанных катушек.
3.	Пассивные четырехполюсники: уравнения в [A] коэффициентах.
4.	Расчет [A] коэффициентов пассивного четырехполюсника.
5.	Электрические схемы для определения [A] коэффициентов пассивного четырехполюсника.
6.	Виды соединений и эквивалентные преобразования пассивных четырехполюсников.
7.	Управляемые источники электрической энергии.
8.	Операционный усилитель, его свойства.
9.	Обратные связи в усилителях.
10.	Расчет и построение передаточной функции, АЧХ и ФЧХ интегратора на основе операционного усиления.
11.	Расчет и построение передаточной функции, АЧХ и ФЧХ дифференцирующего звена на основе операционного усилителя.
12.	Расчет линейной ЭЦ при периодическом несинусоидальном сигнале (напряжении).
13.	Нелинейные элементы, их характеристики.
14.	Графический расчет нелинейной ЭЦ.
15.	Расчет нелинейной ЭЦ методом эквивалентного источника напряжения.
16.	Методы аппроксимации нелинейных зависимостей.
17.	Феррорезонансный стабилизатор напряжений.
18.	Генератор релаксационных колебаний.
19.	Магнитная и электрическая цепи: аналогия формул расчета.
20.	Расчет линейной неразветвленной магнитной цепи с постоянными МДС.
21.	Расчет линейной разветвленной магнитной цепи с постоянными МДС.
22.	Расчет нелинейной магнитной цепи с постоянными МДС.
23.	Трансформатор: схемы замещения.
24.	Что такое последовательное соединение двух резисторов?
25.	Как можно определить входное сопротивление последовательно соединённых резисторов?
26.	Какие значения сопротивления, тока и напряжения соответствуют режиму холостого хода?
27.	Что такое параллельное соединение резисторов?
28.	Как можно определить входную проводимость параллельно соединённых резисторов?
29.	Какие значения сопротивления, напряжения и тока соответствуют режиму короткого замыкания?
30.	Как нужно соединить резисторы, чтобы увеличить входное сопротивление?
31.	Как нужно соединить резисторы, чтобы уменьшить входное сопротивление?
32.	Как построить граф электрической цепи?
33.	Из каких ветвей графа состоит главный контур?
34.	Какие ветви графа составляют главное сечение?
35.	Какие уравнения составляются для главных сечений?
36.	Какие уравнения составляются для главных контуров?

37.	Чему равно число уравнений токов связей?
38.	Чему равно число уравнений угловых напряжений?
39.	Что такое комплексная амплитуда?
40.	Какими величинами связаны комплексные амплитуды напряжения и тока?
41.	Что такое индуктивное и ёмкостное сопротивление?
42.	Что называется индуктивной и ёмкостной проводимостью?
43.	Какими комплексными сопротивлениями обладают резистор, индуктивность и ёмкость?
44.	Какие комплексные проводимости имеют резистор, индуктивность и ёмкость?
45.	Какие углы между напряжением и током имеют место в резисторе, индуктивности и ёмкости ?
46.	Что такое векторная диаграмма?
47.	Какое условие должно соблюдаться, чтобы в цепи имел место режим резонанса?
48.	При каких условиях в цепи возникает переходный процесс?
49.	Что такое независимые начальные условия, как их определить?
50.	Какие уравнения описывают линейную электрическую цепь в переходном процессе?
51.	Из каких частей состоит решение системы линейных дифференциальных уравнений?
52.	Как определить порядок решения линейных дифференциальных уравнений, как он влияет на форму решения?
53.	Что представляет собой индуктивность и ёмкость в постоянном режиме?
54.	Что такое постоянная времени, как связать её с длительностью переходного процесса?
55.	Какого вида переходные процессы существуют в цепях второго порядка, от чего это зависит?
56.	Какие величины используют для характеристики переходных процессов второго порядка?

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.	Элементы электрической цепи. Источники и приемники. Реальные и идеализированные пассивные элементы.
2.	Неуправляемые и управляемые источники. Реальные и идеализированные активные элементы.
3.	Электрический ток, напряжение и ЭДС. Мощность и энергия.
4.	Топология электрических цепей. Граф, дерево графа, ветви связи. Ветвь, узел, контур, сечение. Главный контур и главное сечение.
5.	Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов электрической цепи.
6.	Закон Ома для участка цепи. Законы Кирхгофа.
7.	Расчет электрических цепей методом токов связей.
8.	Расчет электрических цепей методом узловых напряжений.
9.	Согласование сопротивления нагрузки и сопротивления источника. Условие передачи максимальной мощности. Режим холостого хода и короткого замыкания.
10.	Переменный ток, напряжение, ЭДС. Основные характеристики гармонического тока (напряжения, ЭДС).
11.	Метод комплексных амплитуд.
12.	Сопротивление, индуктивность и емкость в цепях гармонического тока.
13.	Последовательное и параллельное соединение сопротивления, индуктивности и емкости.
14.	Комплексное сопротивление и проводимость цепи.
15.	Анализ сложных цепей гармонического тока.
16.	Активная, реактивная и полная мощность в цепи гармонического тока.
17.	Явление резонанса в электрических цепях. Условие и признаки резонанса. Добротность, коэффициент затухания, полоса пропускания.
18.	Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ) последовательного контура.
19.	Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации.
20.	Определение порядка и постоянной времени электрической цепи.

21.	Определение вида переходного процесса по корням характеристического уравнения.
22.	Классический метод анализа переходных процессов.
23.	Операторный метод анализа переходных процессов. Преобразование Лапласа. Теорема разложения.
24.	Метод переменных состояния.
25.	Переходный процесс в линейной ЭЦ 1-го порядка при коммутации (классический метод).
26.	Переходный процесс в линейной ЭЦ 2-го порядка при коммутации (классический метод).
27.	Определение корня α характеристического уравнения на основе $R_{\text{экв}}$.
28.	Определение корней α_1, α_2 с использованием выражения $Z_{\text{вх}}(p)$.
29.	Составление уравнений состояния переходного процесса в линейной ЭЦ 2-го порядка.
30.	Зависимость вида переходного процесса от расположения корней α_1 и α_2 на комплексной плоскости.
31.	Переходный процесс в линейной ЭЦ 1-го порядка при коммутации (операторный метод).
32.	Свойства преобразований Лапласа.
33.	Формула разложения в расчете переходного процесса операторным методом.
34.	Законы Кирхгофа в операторной форме.
35.	Построение операторной схемы замещения.
36.	Построить в операторной форме систему уравнений переходного процесса в ЭЦ 2-го порядка.
37.	Способы нахождения оригинала $x(t)$ по изображению $X(p)$.

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

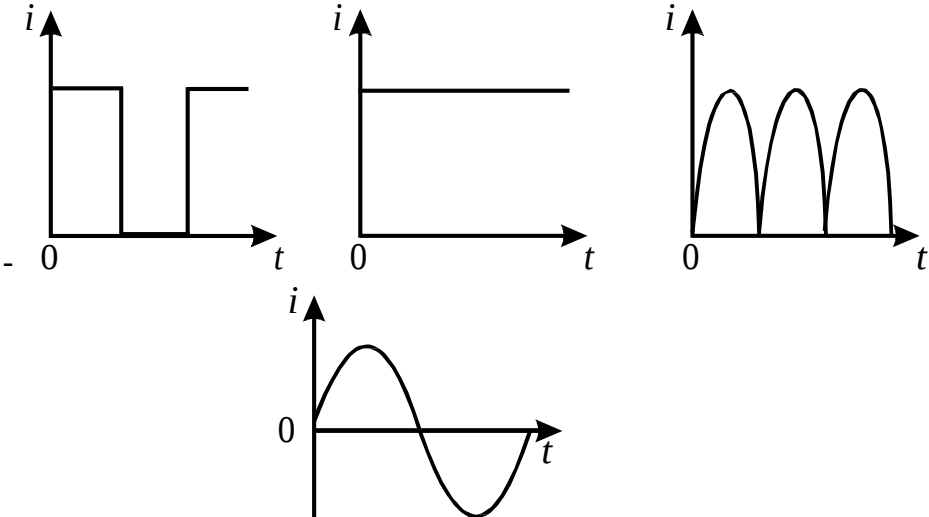
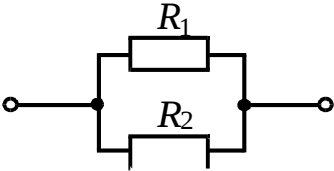
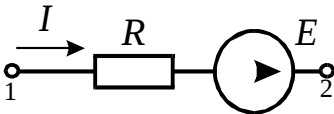
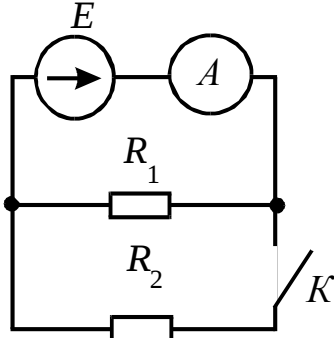
Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта.

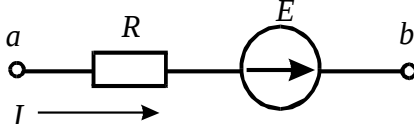
№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта.
	Учебным планом не предусмотрено.

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

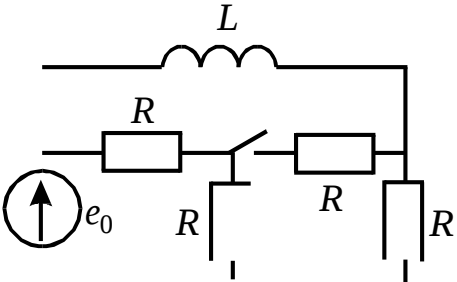
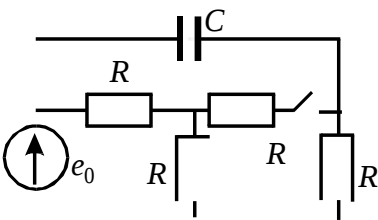
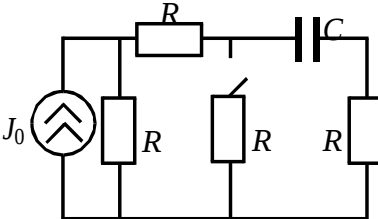
Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

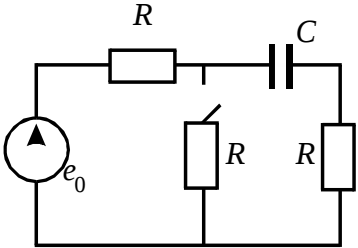
№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	1 Основные определения, топологические параметры и методы расчета электрических цепей
1	ЭДС – работа по перемещению единицы заряда... – по внешнему участку цепи; – по всей замкнутой цепи; – внутри источника; – по сопротивлению нагрузки.
2	В каких единицах выражается емкость C ? – Генри; – Фарад; – Кельвин/Вольт.

3	Какой из приведенных графиков является графиком постоянного тока? 
4	Какая электрическая величина оказывает непосредственное физическое воздействие на организм человека? – напряжение; – ток; – мощность.
5	Электрическое сопротивление – это скалярная величина равная отношению электрического напряжения на зажимах двухполюсника к... – проводимости двухполюсника; – ЭДС двухполюсника; – току в двухполюснике; – сопротивлению двухполюсника.
6	Какое соединение приемников представлено на схеме?  – последовательное; – параллельное; – смешанное; – «звезда».
7	Определите ток I, если $\varphi_1 = 70$ В, $\varphi_2 = 50$ В, $R = 10$ Ом, $E = 10$ В.  – один ампер; – три ампера; – минус три ампера; – тринадцать ампер.
8	Как изменится показание амперметра при замыкании ключа?  – не изменится ; – увеличится; – станет равным нулю; – уменьшится
2. Анализ и расчет цепей переменного тока	

	$U = \frac{R}{I} \quad I = \frac{U}{R} \quad U = I R \quad U = RI$ $5) \quad R = \frac{I}{U} \quad 6) \quad R = \frac{U}{I} \quad 7) \quad I = UR$
2	Укажите правильную формулу закона Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.  $I = \frac{\varphi_a - \varphi_b + E}{R}$ $1) \quad I = \frac{\varphi_a - \varphi_b - E}{R}$ $3) \quad I = \frac{\varphi_b - \varphi_a + E}{R}$ $4) \quad I = (\varphi_b - \varphi_a + E)R$
3	Укажите все правильные формулы для расчета мощности, выделяемой на сопротивлении. $1) \quad P = UI \quad 2) \quad P = U^2 R \quad 3) \quad P = I^2 R$ $4) \quad P = \frac{I^2}{R} \quad 5) \quad P = \frac{U}{I} \quad 6) \quad P = \frac{U^2}{R}$
4	Закончите формулировку первого закона Кирхгофа: «Алгебраическая сумма токов, подтекающих к любому узлу схемы равна.....» 1) Алгебраической сумме ЭДС. 2) Нулю. 3) Алгебраической сумме падений напряжения.
5	Закончите формулировку второго закона Кирхгофа: «Алгебраическая сумма падений напряжения в любом замкнутом контуре равна...» 1) Нулю. 2) Алгебраической сумме токов. 3) Алгебраической сумме ЭДС вдоль того же контура.
6	Закончите формулировку «баланса мощностей»: «Для любой замкнутой электрической цепи сумма мощностей, развиваемых источниками электрической энергии равна...» 1) Сумме токов во всех узлах. 2) Сумме ЭДС в цепи. 3) Сумме мощностей, расходуемых в приемниках энергии.
4 Электрические цепи однофазного синусоидального тока	
1	Укажите все правильные формулы для величин, характеризующих синусоидальный ток

	$f = \frac{1}{T}$ $\omega = \frac{2\pi}{f}$ $3) \quad \omega = 2\pi f$ $4) \quad I = I_m \cdot \sqrt{2}$ $5) \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
2	Укажите для каких величин и параметров правильно указаны единицы измерения 1) Частота f (Гц). 2) Активное сопротивление R (В). 3) Индуктивность L (Гн). 4) Емкость C (Ом).
3	Какая из векторных диаграмм является верной для активного сопротивления? 1) 2) 3)
4	Укажите правильную группу формул для расчета активной, реактивной и полной мощностей. 1) $P = UI \cos \varphi$; 2) $P = UI \sin \varphi$; 3) $P = \frac{UI}{\cos \varphi}$; $Q = UI \sin \varphi$; $Q = UI \cos \varphi$; $Q = \frac{UI}{\sin \varphi}$; $S = UI$; $S = UI$; $S = \frac{U}{I}$;
5	Запишите комплексное сопротивление для последовательно соединенных R, L, C. 1) $\underline{Z} = R + X_L + X_C$ 3) $\underline{Z} = R + jX_L - jX_C$ 2) $\underline{Z} = R - jX_L + jX_C$ 4) $\underline{Z} = R + jX_L + jX_C$
	5 Переходные процессы в линейных цепях

1	Если в результате коммутации ключ оказался разомкнутым, то установившееся значение тока на индуктивности i_L (при $t \rightarrow \infty$) равно:  – $e_0/0,5R$; – $e_0/2R$; – $3e_0/2R$; – e_0/R; – $e_0/3R$;
2	Если в результате коммутации ключ оказался разомкнутым, то установившееся значение напряжения на емкости u_C (при $t \rightarrow \infty$) равно:  – $2e_0/3$; – $3e_0/2$; – $e_0/3$; – $e_0/2$; – e_0.
3	Если в результате коммутации ключ оказался разомкнутым, то напряжение на емкости в начальный момент времени $u(0)$, равно:  – $J_0 R / 2$; – $J_0 R / 3$; – $J_0 R$; – $J_0 R / 4$; – $J_0 (2R / 3)$.
4	В соответствии с законами коммутации в момент коммутации мгновенно (скачком) не может измениться: – напряжение на последовательном участке, включающем индуктивность; – ток на параллельном участке, включающем хотя бы одну индуктивность; – ток индуктивности; – ток на последовательном участке, включающем резистор; – ток на емкости.

5	Если в результате коммутации ключ оказался разомкнутым, то напряжение на емкости в начальный момент времени $u(0)$, равно:  $- e_0/4;$ $- e_0/3;$ $- 2e_0/3;$ $- e_0/2;$ $- e_0/3.$
6	Как можно оценить длительность переходного процесса в цепи первого порядка? - по величине индуктивности (емкости); - по тому, как сильно отличается ток в индуктивности (напряжение на емкости) в установившемся режиме до и после коммутации; - по величине постоянной времени; - только рассчитав переходный процесс.

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

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий.

Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий	
1.	Переходный процесс в линейной ЭЦ 1-го порядка при коммутации (операционный метод).
2.	Свойства преобразований Лапласа.
3.	Формула разложения в расчете переходного процесса операционным методом.
4.	Законы Кирхгофа в операционной форме.
5.	Построение операционной схемы замещения.
6.	Построить в операционной форме систему уравнений переходного процесса в ЭЦ 2-го порядка.
7.	Способы нахождения оригинала $x(t)$ по изображению $X(p)$.
8.	Расчет трехфазных цепей при соединении звездой
9.	Расчет трехфазных цепей при соединении треугольником
10.	Пассивные четырехполюсники: уравнения в [A] коэффициентах.
11.	Расчет [A] коэффициентов пассивного четырехполюсника.
12.	Электрические схемы для определения [A] коэффициентов пассивного четырехполюсника.
13.	Эквивалентные преобразования пассивных четырехполюсников.
14.	Расчет и построение передаточной функции, АЧХ и ФЧХ интегратора на основе операционного усиления.
15.	Расчет и построение передаточной функции, АЧХ и ФЧХ дифференцирующего звена на основе операционного усилителя.
16.	Расчет линейной ЭЦ при периодическом несинусоидальном сигнале (напряжении).

17. Нелинейные элементы, их характеристики.
18. Графический расчет нелинейной ЭЦ.
19. Расчет нелинейной ЭЦ методом эквивалентного источника напряжения. Расчет нелинейной ЭЦ методом итераций.

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 преподавания дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний о законах и методах расчета электрических и магнитных цепей электротехнических устройств, приобретение навыков расчета и анализа параметров электрических цепей, токов и напряжений в установившихся и переходных режимах работы линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей, умение пользоваться электроизмерительными приборами. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им использовать на практике методы расчета и анализа электрических и магнитных цепей. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных электрических схем, проводить элементарные лабораторные испытания электротехнических устройств.

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 «Электротехника» и самостоятельного творческого мышления.
- появление мотиваций, необходимых для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники в области электротехники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Подробные методические указания по освоению лекционного материала приведены в учебных пособиях:

1	621.3
---	-------

	Л 13 Лавров В.Я. Линейные электрические цепи. Установившиеся процессы: учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2010. - 232 с. Количество экз. в библ. - 225.
2.	621.372 Л 13 Лавров В.Я. Основы теории цепей. Переходные процессы: учебное пособие. СПб.: ГУАП. 2012. - 124 с. Количество экз. в библ. – 72.

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.

Подробные методические указания по прохождению лабораторных работ приведены в

1	621.3 Т 33 Теоретические основы электротехники и основы теории цепей. Методические указания к выполнению лабораторных работ №2,3,7./Б.А. Артемьев, С.И. Бардинский, Л.Б. Свинолобова и др.//СПб.: ГУАП, 2012. – 34 с. Количество экз. в библ. – 73.
2	621.3 Б.24 Теоретические основы электротехники [Текст] : лабораторный практикум / С. И. Бардинский, В. Д. Косулин ; ред. А. А. Ефимов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 182 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 177 (4 назв.). - Б. ц. Количество экз. в библ. – 70.

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. В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающихся 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.

В течение семестров №3 и №4 обучающийся должен самостоятельно более глубоко изучить теоретический материал дисциплины с использованием основной и дополнительной

литературы. А также, в этих же семестрах, самостоятельно подготовиться к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета и экзамена, соответственно.

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

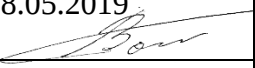
Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- 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»

- 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 программы 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
28.05.2019 	Переутверждение рабочей программы дисциплины	Протокол №8 от 28.05.2019 г.	