

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы электроснабжения робототехнических комплексов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.04.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.25

Д.А. Волков

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

К.Т.Н., доц.

(уч. степень, звание)



17.02.25

С.В. Солёный

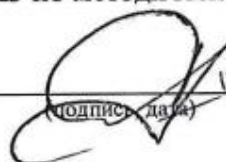
(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.25

Н.В. Решетникова

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Системы электроснабжения робототехнических комплексов» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-3 «Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением системы электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов; изучением назначения, классификации, устройства, технических характеристик систем электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов; изучением принципов расчета и конструирования систем электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов, включая средства автоматизации, контроля и управления.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося.

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

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

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся современных знаний по системам электроснабжения роботов и роботизированных систем и комплексов в различных отраслях промышленности и подготовка студентов к практической деятельности по данному направлению.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня	ОПК-3.3.1 знает основы экономических, экологических, социальных и других ограничений при осуществлении профессиональной деятельности для проектируемых мехатронных и робототехнических систем ОПК-3.У.1 умеет разрабатывать проекты мехатронных и робототехнических систем с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика,
- Электрические машины

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

- Электрический привод

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144

Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Система электроснабжения промышленных роботов	2	2			12
Раздел 2. Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса	2	2			12
Раздел 3. Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения	3	3			12
Раздел 4. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии	4	4			12
Раздел 5. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения	2	2			12
Раздел 6. Системы электроснабжения автономных робототехнических комплексов	4	4			14
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса В системах ЭСПП широко применяются комплектные трансформаторные

	<p>подстанции (КТП). КТП комплектуются трехфазными силовыми трансформаторами с номинальными мощностями: 250, 400, 630, 1000, 1600 и 2500 кВА, с первичным напряжением 6-10 кВ и вторичным напряжением 0,4-0,69 кВ. По месту нахождения на территории предприятия подстанции классифицируются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - внутрицеховые, расположенные внутри производственных зданий с размещением электрооборудования в производственном или отдельном закрытом помещении с выкаткой оборудования в цех; - встроенные, находящиеся в отдельных помещениях, вписанных в контур основного здания, но с выкаткой трансформаторов и выключателей наружу; - пристроенные, непосредственно примыкающие к основному зданию
2	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные). Питающая сеть – это линии, отходящие от цеховой ТП или вводного устройства до распределительных. Распределительная сеть – это линии, подводящие энергию от шинопроводов или распределительных пунктов до ЭП. Схема внутрицеховой сети определяется: - технологическим процессом; - планировкой помещения; - расположением ТП, ЭП и вводов питания; - расчетной мощностью; - требованиями надежности ЭС; - технико-экономическими соображениями; - условиями окружающей среды. В цеховых сетях шхпроводные системы с глухозаземленной нейтралью). Основные требования: - необходимая надежность ЭС; - оптимальные технико-экономические показатели по капитальным затратам, расходу цветных металлов, эксплуата м ЭЭ; - удобство в эксплуатации.</p>
3	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии Цель создания системы электроснабжения — обеспечение электроэнергией надлежащего качества с допустимыми показателями надежности электроприемников (ЭП). Строго говоря, ЭП не входят в систему электроснабжения, потому что в абсолютном большинстве выбираются не в электрической части проекта и не электриками (кроме осветительных приборов), но для изучения закономерностей построения системы электроснабжения необходимо рассмотреть типичные ЭП, их характеристики и режимы работы.</p>
4	<p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения Выбор схем электроснабжения начинается с определения электрических нагрузок отдельных узлов потребления электроэнергии. Затем решается вопрос об уровне напряжения, о числе и мощности трансформаторов в узлах нагрузки и о числе и пропускной способности линий, связывающих трансформаторные подстанции с источниками питания. Для новых крупных групп приемников электроэнергии выбор схемы электроснабжения производится путем технико-экономического сравнения вариантов питания потребителей от действующих центров питания (ЦП) — подстанций 35/10, 110/10 и 110/35/10 кВ по сетям 10 кВ с учетом их развития с вариантами строительства дополнительных (разукрупняющих) подстанций 35/10 или 110/10 кВ. При росте нагрузок существующих потребителей вопрос развития систем электроснабжения должен решаться аналогичным путем. Необходимость обеспечения электроснабжения новых потребителей, расширения зоны</p>

	централизованного электроснабжения и освоения новых роботизированных производств требует дальнейшего развития электрических сетей в роботизированных производствах.
5	Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Оптимизация — процесс нахождения наилучшего (оптимального) решения какой-либо задачи (набора параметров) при заданных критериях. Характеризуя объект, сложно выбрать такой один критерий, который бы обеспечил всю полноту требований. А стремление к всеобъемлющему решению и назначение большого числа критериев сильно усложняет задачу. Поэтому в разных задачах количество критериев может быть различным.
6	Задачи однокритериальной оптимизации называют скалярными, а многокритериальной – векторной оптимизации. Кроме того, количество параметров, характеризующих оптимизируемый объект (задачу), также может быть различным, причём параметры могут меняться непрерывно или дискретно (дискретная). Как правило, решение оптимизационной задачи распадается на следующие этапы: - анализ ситуации и формулировка задачи, - определение параметров решения, подлежащих оптимизации (то есть тех, которые могут быть изменены в ходе решения), - установление допустимой области существования параметров, то есть ограничений, налагаемых на параметры и их сочетания, - выбор и оценка влияния внешних факторов, учитываемых в ходе решения, - выбор критериев оптимальности, - построение целевой функции (математической модели), которая выдавала бы показатели, соответствующие выбранным критериям. - выбор математического метода оптимизационных расчётов, - проведение расчётов и оценка полученных решений по выбранным критериям, - окончательное принятие решения с учетом неопределённости и риска

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3					
1	Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса В системах ЭСПП широко применяются комплектные трансформаторные подстанции (КТП). КТП комплектуются трехфазными силовыми трансформаторами с номинальными мощностями: 250, 400, 630, 1000, 1600 и 2500 кВА, с первичным напряжением 6-	Расчетное задание	2		1

	<p>10 кВ и вторичным напряжением 0,4-0,69 кВ. По месту нахождения на территории предприятия подстанции классифицируются следующим образом: - внутрицеховые, расположенные внутри производственных зданий с размещением электрооборудования в производственном или отдельном закрытом помещении с выкаткой оборудования в цех; - встроенные, находящиеся в отдельных помещениях, вписанных в контур основного здания, но с выкаткой трансформаторов и выключателей наружу; - пристроенные, непосредственно примыкающие к основному зданию.</p>				
2	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные). Питающая сеть – это линии, отходящие от цеховой ТП или вводного устройства до распределительных. Распределительная сеть – это линии, подводящие энергию от шинопроводов или распределительных пунктов до ЭП. Схема</p>	Расчетное задание	3		2

	<p>внутрицеховой сети определяется: - технологическим процессом; - планировкой помещения; - расположением ТП, ЭП и вводов питания; - расчетной мощностью; - требованиями надежности ЭС; - технико-экономическими соображениями; - условиями окружающей среды. В цеховых сетях хпроводные системы с глухозаземленной нейтралью). Основные требования:</p>				
34	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии Цель создания системы электроснабжения — обеспечение электроэнергией надлежащего качества с допустимыми показателями надежности электроприемников (ЭП). Строго говоря, ЭП не входят в систему электроснабжения, потому что в абсолютном большинстве выбираются не в электрической части проекта и не электриками (кроме осветительных приборов), но для изучения закономерностей построения системы электроснабжения необходимо рассмотреть типичные ЭП, их характеристики и режимы работы.</p>	Расчетное задание	4		3
4	<p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения Выбор</p>	Расчетное задание	4		4

	<p>схем электроснабжения начинается с определения электрических нагрузок отдельных узлов потребления электроэнергии. Затем решается вопрос об уровне напряжения, о числе и мощности трансформаторов в узлах нагрузки и о числе и пропускной способности линий, связывающих трансформаторные подстанции с источниками питания. Для новых крупных групп приемников электроэнергии выбор схемы электроснабжения производится путем технико-экономического сравнения вариантов питания потребителей от действующих центров питания (ЦП) — подстанций 35/10, 110/10 и 110/35/10 кВ по сетям 10 кВ с учетом их развития с вариантами строительства дополнительных (разукрупняющих) подстанций 35/10 или 110/10 кВ. При росте нагрузок существующих потребителей вопрос развития систем электроснабжения должен решаться аналогичным путем. Необходимость обеспечения электроснабжения новых потребителей, расширения зоны централизованного электроснабжения и освоения новых роботизированных производств требует дальнейшего развития электрических сетей в роботизированных производствах.</p>				
5	Определение токов	Расчетное	4		5

	короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты Методика расчета системы электроснабжения. Расчётные электрические параметры технологического оборудования объекта. Выбор типа защитного аппарата отключения к электроприемникам объекта. Выбор схемы электроснабжения объекта. Расчёт электрических нагрузок по пунктам питания на объекте. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты	задание			
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	14	14
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю	20	20

успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	20	20
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Куксин А. В., Электроснабжение промышленных предприятий, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021	https://e.lanbook.com /book/192806
	Фролов Ю. М., Электроснабжение промышленных предприятий, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/ 520302

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://e.lanbook.com /book/211499	Коровов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А., Электроснабжение. Курсовое проектирование, Санкт-Петербург: Лань, 2022
https://e.lanbook.com /book/282125	Бирюлин В. И., Куделина Д. В., Электроснабжение промышленных и гражданских объектов, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, 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	21-18
2	Мультимедийная лекционная аудитория	21-16

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– владеет системой специализированных понятий.
«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.
«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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	1. Какие преимущества предоставляют цифровые технологии по сравнению традиционными форматами ведения экономической деятельности? 2. Какие сферы экономической деятельности в рамках решения основных производственных задач в наименьшей степени могут быть применимы технологии Интернета вещей (IoT)? 3. Применение сквозных технологий в робототехнических комплексах. 4. Что является основным понятием в теории искусственного интеллекта? 5. Перечислите, что относится к основным компонентам цифровой экономики? 6. Перечислите основные энергетические показатели электропривода 7. Какие потери мощности в электродвигателе называются переменными, а какие постоянными? 8. Какие способы используются для снижения потерь энергии в ЭП? 9. Перечислите мероприятия по повышению КПД электрического привода. 10. Приведите уравнение для расчета КПД электропривода. 11. Когда КПД электродвигателя достигает максимального значения? 12. Почему задача экономии электрической энергии в электроприводе очень актуальная? 13. Перечислите способы энергосбережения в электроприводах. 14. В чем особенность беспроводного электроснабжения БПЛА? 15. Особенности электроснабжения от сети переменного тока. 16. Особенности электроснабжения от сети постоянного тока. 17. Графические редакторы для проектирования электрических схем. 18. Что такое I-я категория электроснабжения?	ОПК-3.3.1

2	<p>1. Понятие сквозных технологий. Виды сквозных технологий. 2. Применение новейших технологий для безопасной эксплуатации современных робототехнических комплексов. 3. Искусственный интеллект (Artificial Intelligence). Промышленный интернет (IIoT). Технологии работы с большими данными в робототехнических комплексах. Smart Grid и Интернет Энергии. 4. Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. 5. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения. 6. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. 7. Техно-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. 8. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. 9. Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии. 10. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. 11. Качество электрической энергии. 12. Показатели качества электрической энергии. 13. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов. 14. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. 15. Выбор напряжения в системах электроснабжения. 16. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения. 17. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. 18. Химические источники тока. 19. Водородные топливные элементы. 20. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Ветроэнергетика. 21. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Солнечная энергетика. 22. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. 23. Разновидности систем беспроводного электроснабжения БПЛА. 24. Блок-схема беспилотной авиационной системы. 25. Компоненты силовой электрической установки. 26. Система электропитания в БПЛА. 27. Зарядные станции для БПЛА. 28. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов.</p>	ОПК-3.У.1
---	---	-----------

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<p>Тест № 1. 1. Под термином "эксплуатация" понимается ... 2. По назначению выделяют следующие виды ремонтов: 3. Система управления электрохозяйством должна обеспечивать: 4. В оперативном ведении старшего работника находятся: 5. Сложные переключения, как правило, производятся:</p> <p>Тест № 2. 1. При формулировании оперативных распоряжений должны быть четко указаны: 2. В одном задании на оперативные переключения объединять операции, не направленные к одной цели ... 3. Электрооборудование электростанции и подстанции может находиться: 4. Понятие "сложные переключения" - это ... 5. При возникновении дуги в момент отхода ножей от контактов разъединитель должен быть ...</p> <p>Тест № 3 1. К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть отнесены рабочие места, проходы и проезды к ним, находящиеся: 2. Наряд-допуск (наряд) – это ... 3. Возможны ли ситуации когда работы могут быть начаты без оформления наряда-допуска? 4. Какие работы имеют статус "совмещенных"? 5. Верно ли утверждение: " В наряде-допуске раздел "наряд" определяет работы, а раздел "Допуск" определяет охрану труда и безопасность при выполнении работ".</p> <p>Тест № 4. 1. К специальным видам электромонтажных работ относятся: 2. Разрешается ли включать в объем выполненных работ стоимость электрооборудование? 3. Разрешается ли включать в объем выполненных работ стоимость электроконструкций, изготавливаемых на строительных площадках и на предприятиях, находящихся на балансе строительно-монтажных организаций? 4. Выпускаются шинопроводы: 5. По каким показателям оценивается деятельность организации?</p> <p>Тест № 5. 1. Сколько видов электропоражения различают? 2. Основные факторы, влияющие на исход электропоражения? 3. Укажите величину порогового не отпускающего тока. 4. Сколько квалификационных групп по технике безопасности существует? 5. По назначению защитные средства подразделяются на:</p> <p>Тест № 6. 1. Установите соответствие между обозначением и наименованием режимов нейтрали (сеть низкого напряжения). 2. Функция УЗО на токе нулевой последовательности: 3. По конструкции различают УЗО: 4. По чувствительности все УЗО делятся на: 5. Причины ложных отключений УЗО:</p> <p>Тест № 7. 1. При осмотре и проверке генераторов сопротивление изоляции обмотки статора измеряется: 2. Начальник смены электроцеха осмотр генераторов должен производить не реже: 3. Для включения</p>	

	<p>генератора по способу точной синхронизации без броска тока в статоре и без резкого изменения вращающего момента ротора должны быть соблюдены условия: 4. При включении генератора в сеть, появление в нем уравнивающего тока обусловлено: 5. Допустимая перегрузка по току возбуждения генераторов и синхронных компенсаторов с косвенным охлаждением обмоток определяется допустимой перегрузкой ...</p> <p>Тест № 8. 1. Осмотры распределительных устройств (РУ) проводятся со следующей периодичностью: 2. Потемнение поверхности контактного соединения шин, искрение, испарение влаги на нем при дожде и снеге указывают: 3. В настоящее время при строительстве новых и реконструкции существующих объектов электроснабжения устанавливают выключатели: 4. При осмотрах конденсаторных установок проверяют: 5. Для определения технического состояния ЗУ проводятся следующие профилактические измерения:</p> <p>Тест № 9 1. Как правило, регулирование напряжения на трансформаторе производится на стороне... 2. Объем и сроки испытания трансформаторов устанавливаются: 3. Трансформаторы наружной установки должны быть окрашены в ... 4. Какая защита масляного трансформатора должна выполняться обязательно, независимо от наличия других защит? 5. Измерения показали, что первичные напряжения трансформатора одинаковы, а вторичные напряжения одинаковы при холостом ходе, но сильно разнятся при нагрузке. Определите причину?</p> <p>Тест № 10 1. При профилактических испытаниях трансформаторов метод вольтметра и амперметра используется: 2. Если обмотки трансформатора соединены треугольником, то сопротивление фазных обмоток определяют: 3. Сколько коэффициентов трансформации у трехобмоточного трансформатора? 4. При профилактических испытаниях трансформаторов метод двух вольтметров используется: 5. Какие группы соединения обмоток трансформатора используются на практике?</p> <p>Тест № 11 1. Обход воздушной линии с визуальной проверкой состояния трассы и всех ее элементов - это ... 2. Для линий напряжением 110 кВ охранная зона в виде земельного участка и воздушного пространства, ограниченная вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов при неотклоненном их положении устанавливается на расстоянии: 3. Допускается ли использовать бинокль при оценке состояния проводов, изоляторов, арматуры и других элементов воздушной линии, расположенных достаточно высоко? 4. Степень внешнего или внутреннего загнивания деревянных опор определяется методом ... 5. Для воздушных линий напряжением 220 кВ и выше с проводами сечений 240 мм² и более плавка гололеда переменным током ...</p> <p>Тест № 12 1. Внеочередные осмотры кабельных линий должны проводиться ... 2. Осмотры кабельных линий, проложенных в кабельных сооружениях (тоннелях, эстакадах и других), допускается выполнять: 3. Перегрузки не допускаются для кабелей с бумажной изоляцией напряжением: 4. Электрическая прочность изоляции кабельной линии проверяется испытанием ... 5. По точности определения места повреждения кабельной линии к "относительным" методам относятся:</p>	
--	--	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. 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 обучающимися 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, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

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

Структура предоставления лекционного материала:

- Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса
- Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения
- Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии
- Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения
- Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты
- Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения

– Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

1 Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

2 Основанием проведения практических занятий по дисциплине являются: у программа учебной дисциплины; у расписание учебных занятий.

3 Условия проведения практических занятий.

3.1 Практические занятия должны проводиться в аудиториях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам.

3.2 Во время практических занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с Правилами внутреннего распорядка.

3.3 Практические занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к выполнению практических работ по данной дисциплине.

3.4 Преподаватель несет ответственность за организацию практических занятий. Он имеет право определять содержание практических работ, выбирать методы и средства проведения занятия, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

4.4 Права, ответственность и обязанности студента.

4.1 На практическом занятии студент имеет право задавать преподавателю вопросы по содержанию и методике выполнения работы. Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством, оговоренным в методических указаниях к практической работе.

11.4. 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).
- Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.
- В процессе обучения в вузе осуществляется систематический контроль усвоения соответствующих знаний, приобретения необходимых умений и навыков студентами. Система внутривузовского контроля знаний студентов, осуществляется путем проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Целью текущего контроля знаний, промежуточной аттестации обучающихся является:

определение фактического уровня знаний, умений и навыков обучающихся по предметам учебного плана; установление соответствия этого уровня требованиям Федерального компонента государственного образовательного стандарта общего образования; контроль за реализацией образовательной программы (учебного плана) и программ учебных курсов. Текущий контроль успеваемости обучающихся – одна из составляющих оценки качества освоения образовательных программ, направленный на проверку знаний, умений и навыков обучающихся. Основными задачами текущего контроля успеваемости в межсессионный период является повышение качества и прочности знаний студентов, приобретение и развитие навыков самостоятельной работы, повышение академической активности студентов, а также обеспечение оперативного управления учебной деятельностью в течение семестра. Данный вид контроля стимулирует у студентов стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины. Текущий контроль проводится в течение семестра по итогам выполнения контрольных работ, участия в семинарских и практических занятиях, коллоквиумах, участия в бланковом и (или) компьютерном тестировании, подготовке докладов, рефератов, эссе и т.д. Текущий контроль успеваемости студентов является постоянным, осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы преимущественно посредством реализации балльной системы или проведения внутрисеместровых аттестаций (формы и виды текущего контроля успеваемости студентов определяются учебными планами, рабочими программами с учётом мнений преподавателей и утверждаются методической комиссией факультета/института). Текущий контроль осуществляется по всем предметам учебного плана.

- Использование тестовых заданий возможно при всех видах контроля. Оптимальным является применение тестов в сочетании с другими формами контроля. Это обеспечивает максимально объективные оценки, как усвоению содержания обучения, так и мыслительной деятельности студента. Традиционно в высшем образовании широко применяется методика объективного контроля, основанная на различиях в уровне усвоения нового материала. Данная методика различает тесты 3 уровней. Первый уровень направлен на узнавание ранее изученного материала. Тесты второго уровня также являются репродуктивными, но в их заданиях не содержится материала для ответа (тест на подставку, конструктивный тест, типовая задача с типичными условиями, и ее решение достигается ранее изученным достаточно простым методом). Третий уровень – нетиповые задачи повышенной сложности, для решения которых требуется самостоятельное нахождение методов решения, например, постановка диагноза на основе дифференциации, определение оптимальных методов лечения. Основным недостатком традиционной методики контроля является направленность на контроль возможностей памяти студентов. Она успешно может применяться при проведении входного контроля, можно ее использовать и при текущем контроле. Однако итоговый контроль необходимо проводить с использованием проблемных ситуаций, которые дают возможность проследить междисциплинарные связи, а также логическое мышление обучающихся. Критерии оценки тестовых работ: оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов составляет 50 и более процентов; оценка «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 50%. Примерная схема и требования к оформлению тестовых заданий дана в приложении 1. Методические рекомендации по оцениванию рефератов (эссе) Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Объем реферата может достигать 10-15 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца.

Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. Для подготовки реферата студенту предоставляется список тем, список обязательной и дополнительной литературы, требования к оформлению. Эссе – средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Эссе должно содержать чёткое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ собранных студентом конкретных данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации, подробный разбор предложенной преподавателем проблемы с развёрнутыми пояснениями и анализом примеров, иллюстрирующих изучаемую проблему и т.д. Требования к эссе могут трансформироваться в зависимости от конкретной дисциплины, однако качество работы должно оцениваться по следующим критериям: самостоятельность выполнения, способность аргументировать положения и выводы, обоснованность, четкость, лаконичность, оригинальность постановки проблемы, уровень освоения темы

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится на практических занятиях в устном формате.

Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

11.6. 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».

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Объем курсовой работы

может достигать 10-20 страниц; время, отводимое на ее написание – от 1-2 месяцев до семестра. В зависимости от объема времени, отводимого на выполнение задания, курсовая работа может иметь различную творческую направленность. При написании курсовой работы студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы. Курсовая работа должна состоять из введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Во введении автор кратко обосновывает актуальность темы, структуру работы и даёт обзор использованной литературы. В основной части раскрывается сущность выбранной темы; основная часть может состоять из двух или более глав (разделов); в конце каждого раздела делаются краткие выводы. В заключении подводятся итог выполненной работы и делаются общие выводы. В списке использованной литературы указываются все публикации, которыми пользовался автор. При оценке уровня выполнения курсовой работы, в соответствии с поставленными целями для данного вида учебной деятельности могут контролироваться следующие умения, навыки и компетенции: умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой; умение собирать и систематизировать практический материал; умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик; умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы; умение соблюдать форму научного исследования; умение пользоваться глобальными информационными ресурсами; владение современными средствами телекоммуникаций; способность и готовность к использованию основных прикладных программных средств; умение обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса; способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

Основные требования к оформлению комплекта тестовых заданий Комплект тестовых заданий (далее - КТЗ) должен быть представлен в виде текстового документа (Microsoft Word). Все тестовые задания должны соответствовать и быть разделены по контролируемым разделам (модулям) дисциплины. Выделяют следующие основные типы тестовых заданий (ТЗ): выбор одного варианта ответа из предложенного множества, выбор нескольких верных вариантов ответа из предложенного множества, задания на установление соответствия, задание на установление правильной последовательности, задание на заполнение пропущенного ключевого слова, графическая форма тестового задания и др. При составлении КТЗ желательно использовать все типы тестовых заданий.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ:

Выбор одного варианта ответа из предложенного множества Инструкция студенту:
Выберите один правильный вариант

Пример оформления ТЗ:

Столицей Российской Федерации является:

- Санкт-Петербург
- Минск;
- Москва;

Примечание: Правильный вариант ответа выделяется полужирным шрифтом. Количество вариантов ответа должно быть не менее 4 и не более 8.

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