



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Системы электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов

направление подготовки/специальность 15.04.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Мехатронные и
робототехнические системы

Форма обучения очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

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.

Задачи дисциплины:

- изучение системы электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов;
- изучение назначения, классификации, устройства, технических характеристик систем электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов;
- изучение принципов расчета и конструирования систем электроснабжения мехатронных и робототехнических комплексов, включая средства автоматизации, контроля и управления.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.4 Составляет математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирает и обосновывает граничные и начальные условия	знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление умеет составляет математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирает и обосновывает граничные и начальные условия, оценивает результаты моделирования и формулировать предложения владеет методами составления математической модели и ее использованию для решения профессиональных задач
ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	ОПК-13.1 Осуществляет выбор способов и методик выполнения исследований в области профессиональной деятельности	знает способы формулирования целей, постановки задач исследований умеет формулировать цели, осуществлять постановку задач исследований владеет навыками формулирования целей, постановки задач исследований
ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	ОПК-13.2 Осуществляет выбор методов естественных наук, математики и фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	знает способы и методики выполнения исследований умеет осуществлять выбор способов и методик выполнения исследований владеет навыками выбора способов и методик выполнения исследований

ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	ОПК-13.3 Проводит исследования мехатронных и робототехнических систем	знает приемы организации исследовательских и проектных работ, выполняемых малыми группами исполнителей умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности владеет инструментами для составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, и при подготовке публикаций по результатам исследований и разработок
--	---	---

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.09 основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 Мехатроника и робототехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1
2	Технологические процессы в производстве	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3
3	Прикладное программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

Для успешного освоения дисциплины, необходимы знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения следующих дисциплин "Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике", "Технологические процессы в производстве", "Прикладное программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем".

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
2	Научно-исследовательская работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, УК-3.1
3	Технологическая (проектно-технологическая) практика	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, УК-2.1

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			3
Контактная работа	32		32
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	8	16
Иная контактная работа, в том числе:	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	83,75		83,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Система электроснабжения промышленных роботов										
1.1.	Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса	3	2		2				10	14	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
1.2.	Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения	3	2		2				10	14	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
1.3.	Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии	3	2		2	2			10	14	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
1.4.	Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения	3	2		2	2			10	14	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
1.5.	Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты	3	2		2	2			10	14	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3

1.6.	Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения	3	2		2			10	14	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
2.	2 раздел. Системы электроснабжения автономных робототехнических комплексов									
2.1.	Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов	3	4		4	2		23,7 5	31,75	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
3.	3 раздел. Иная контактная работа									
3.1.	Курсовая работа	3							1,25	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
4.	4 раздел. Контроль									
4.1.	Экзамен	3							27	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса	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 6-10 кВ и вторичным напряжением 0,4-0,69 кВ. По месту нахождения на территории предприятия подстанции классифицируются следующим образом: - внутрицеховые, расположенные внутри производственных заданий с размещением электрооборудования в производственном или отдельном закрытом помещении с выкаткой оборудования в цех;

		<p>- встроенные, находящиеся в отдельных помещениях, вписанных в контур основного здания, но с выкаткой трансформаторов и выключателей наружу;</p> <p>- пристроенные, непосредственно примыкающие к основному зданию.</p>
2	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов.</p> <p>Характеристика ЭП по надежности электроснабжения</p>	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения</p> <p>Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные).</p> <p>Питающая сеть – это линии, отходящие от цеховой ТП или вводного устройства до распределительных.</p> <p>Распределительная сеть – это линии, подводящие энергию от шинопроводов или распределительных пунктов до ЭП.</p> <p>Схема внутрицеховой сети определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологическим процессом; - планировкой помещения; - расположением ТП, ЭП и вводов питания; - расчетной мощностью; - требованиями надежности ЭС; - технико-экономическими соображениями; - условиями окружающей среды. <p>В цеховых сетях хпроводные системы с глухозаземленной нейтралью).</p> <p>Основные требования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - необходимая надежность ЭС; - оптимальные технико-экономические показатели по капитальным затратам, расходу цветных металлов, эксплуата м ЭЭ; - удобство в эксплуатации.
3	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии</p>	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии</p> <p>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</p>	<p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения</p> <p>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.</p> <p>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</p>

		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.
5	Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты	Определение токов 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
6	Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения	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. 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
7	Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных	Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов Системы электроснабжения автономных робототехнических комплексов. Химические источники тока. Водородные топливные

	<p>робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов</p>	<p>элементы. Цифровые технологии при анализе криогенных установок для получения жидкого водорода. Перспективы развития водородных топливных элементов.</p> <p>Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. СЭС на основе ветровой энергии. СЭС на основе солнечной энергии. Разновидности систем беспроводного электроснабжения БПЛА. Блок-схема беспилотной авиационной системы. Компоненты силовой электрической установки. Система электропитания в БПЛА. Зарядные станции для БПЛА. Схемы питания на основе ионисторов. Сравнение параметров ионисторов и аккумуляторных батарей., их взаимодействие. Выбор преобразователя для ионистора.</p>
--	---	---

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	<p>Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса</p>	<p>Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса</p> <p>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 6-10 кВ и вторичным напряжением 0,4-0,69 кВ.</p> <p>По месту нахождения на территории предприятия подстанции классифицируются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - внутрицеховые, расположенные внутри производственных заданий 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.</p> <p>Характеристика ЭП по надежности электроснабжения</p>	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения</p> <p>Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные).</p> <p>Питающая сеть – это линии, отходящие от цеховой ТП или вводного устройства до распределительных.</p> <p>Распределительная сеть – это линии, подводящие энергию от шинопроводов или распределительных пунктов до ЭП.</p> <p>Схема внутрицеховой сети определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологическим процессом; - планировкой помещения; - расположением ТП, ЭП и вводов питания; - расчетной мощностью; - требованиями надежности ЭС; - технико-экономическими соображениями; - условиями окружающей среды. <p>В цеховых сетях хпроводные системы с глухозаземленной нейтралью).</p> <p>Основные требования:</p>

		<p>- необходимая надежность ЭС;</p> <p>- оптимальные технико-экономические показатели по капитальным затратам, расходу цветных металлов, эксплуатациям ЭЭ;</p> <p>- удобство в эксплуатации.</p>
3	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии</p>	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии</p> <p>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</p>	<p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Необходимость обеспечения электроснабжения новых потребителей, расширения зоны централизованного электроснабжения и освоения новых роботизированных производств требует дальнейшего развития электрических сетей в роботизированных производствах.</p>
5	<p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты</p>	<p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты</p> <p>Методика расчета системы электроснабжения. Расчетные электрические параметры технологического оборудования объекта. Выбор типа защитного аппарата отключения к электроприемникам объекта. Выбор схемы электроснабжения объекта. Расчет электрических нагрузок по пунктам питания на объекте. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты</p>
6	<p>Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения</p>	<p>Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения</p> <p>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. Задачи однокритериальной оптимизации называют скалярными, а многокритериальной – векторной оптимизации. Кроме того, количество параметров, характеризующих оптимизируемый объект</p>

		<p>(задачу), также может быть различным, причём параметры могут меняться непрерывно или дискретно (дискретная</p> <p>Как правило, решение оптимизационной задачи распадается на следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
7	<p>Химические источники тока.</p> <p>Водородные топливные элементы.</p> <p>Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов</p>	<p>Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов</p> <p>Системы электроснабжения автономных робототехнических комплексов. Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Цифровые технологии при анализе криогенных установок для получения жидкого водорода. Перспективы развития водородных топливных элементов.</p> <p>Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. СЭС на основе ветровой энергии. СЭС на основе солнечной энергии. Разновидности систем беспроводного электроснабжения БПЛА. Блок-схема беспилотной авиационной системы. Компоненты силовой электрической установки. Система электропитания в БПЛА. Зарядные станции для БПЛА. Схемы питания на основе ионисторов. Сравнение параметров ионисторов и аккумуляторных батарей., их взаимодействие. Выбор преобразователя для ионистора.</p>

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса	<p>Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса</p> <p>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 6-10 кВ и вторичным напряжением 0,4-0,69 кВ.</p> <p>По месту нахождения на территории предприятия подстанции классифицируются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - внутрицеховые, расположенные внутри производственных заданий с размещением электрооборудования в производственном или отдельном закрытом помещении с выкаткой оборудования в цех;

		<p>- встроенные, находящиеся в отдельных помещениях, вписанных в контур основного здания, но с выкаткой трансформаторов и выключателей наружу;</p> <p>- пристроенные, непосредственно примыкающие к основному зданию.</p> <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программ из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства
2	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения</p> <p>Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные).</p> <p>Питающая сеть – это линии, отходящие от цеховой ТП или вводного устройства до распределительных.</p> <p>Распределительная сеть – это линии, подводящие энергию от шинопроводов или распределительных пунктов до ЭП.</p> <p>Схема внутрицеховой сети определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологическим процессом; - планировкой помещения; - расположением ТП, ЭП и вводов питания; - расчетной мощностью; - требованиями надежности ЭС; - технико-экономическими соображениями; - условиями окружающей среды. <p>В цеховых сетях хпроводные системы с глухозаземленной нейтралью).</p> <p>Основные требования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - необходимая надежность ЭС; - оптимальные технико-экономические показатели по капитальным затратам, расходу цветных металлов, эксплуат м ЭЭ; - удобство в эксплуатации. <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программ из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства 	<p>Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения</p> <p>Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные).</p> <p>Питающая сеть – это линии, отходящие от цеховой ТП или вводного устройства до распределительных.</p> <p>Распределительная сеть – это линии, подводящие энергию от шинопроводов или распределительных пунктов до ЭП.</p> <p>Схема внутрицеховой сети определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологическим процессом; - планировкой помещения; - расположением ТП, ЭП и вводов питания; - расчетной мощностью; - требованиями надежности ЭС; - технико-экономическими соображениями; - условиями окружающей среды. <p>В цеховых сетях хпроводные системы с глухозаземленной нейтралью).</p> <p>Основные требования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - необходимая надежность ЭС; - оптимальные технико-экономические показатели по капитальным затратам, расходу цветных металлов, эксплуат м ЭЭ; - удобство в эксплуатации. <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программ из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства
3	Классификация источников,	Классификация источников, приемников и преобразователей

	<p>приемников и преобразователей электрической энергии</p>	<p>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. При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ): 1. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Excel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства</p>
4	<p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения</p>	<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 централизованного электроснабжения и освоения новых роботизированных производств требует дальнейшего развития электрических сетей в роботизированных производствах. При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ): 1. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Excel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства</p>
5	<p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты</p>	<p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты Методика расчета системы электроснабжения. Расчётные электрические параметры технологического оборудования объекта.</p>

		<p>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</p> <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства
6	<p>Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения</p> <p>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. 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</p> <p>Как правило, решение оптимизационной задачи распадается на следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных 	<p>Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения</p> <p>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. 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</p> <p>Как правило, решение оптимизационной задачи распадается на следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных

		<p>LibreOffice</p> <p>2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства</p>
7	<p>Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов</p>	<p>Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов</p> <p>Системы электроснабжения автономных робототехнических комплексов. Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Цифровые технологии при анализе криогенных установок для получения жидкого водорода. Перспективы развития водородных топливных элементов.</p> <p>Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. СЭС на основе ветровой энергии. СЭС на основе солнечной энергии. Разновидности систем беспроводного электроснабжения БПЛА. Блок-схема беспилотной авиационной системы. Компоненты силовой электрической установки. Система электропитания в БПЛА. Зарядные станции для БПЛА. Схемы питания на основе ионисторов. Сравнение параметров ионисторов и аккумуляторных батарей., их взаимодействие. Выбор преобразователя для ионистора.</p> <p>При самостоятельной работе, студенты по необходимости (доработка практических и исследовательских заданий), могут пользоваться следующими программными продуктами (имеющимися в СПбГАСУ):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полноценный аналог программам из набора Microsoft Office. Можно так же редактировать текст как в Word или работать с таблицами как в Exel а так же создавать презентации и базы данных LibreOffice 2. Система трехмерного проектирования со специализированными дополнениями КОМПАС-3D Машиностроение и строительства

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету с оценкой.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Работы, выполняемые на практических занятиях, сдаются только лично на занятиях преподавателю, который ведет группу.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Зачет с оценкой проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Подсистемы схемы электроснабжения робототехнического комплекса	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тест
2	Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных роботов. Характеристика ЭП по надежности электроснабжения	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тест
3	Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тест
4	Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тест

	систем и схем электроснабжения		
5	Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тест
6	Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тест
7	Химические источники тока. Водородные топливные элементы. Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Системы беспроводного электроснабжения БПЛА. Ионисторы. Схемы питания на основе ионисторов	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	
8	Курсовая работа	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос
9	Экзамен	ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3	Устный опрос, тестирование

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины.

Типовые творческие задания:

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?

19. Что такое II-я категория электроснабжения?

20. Что такое III-я категория электроснабжения?

21. Электроснабжение приемников электроэнергии I категории.

22. Электроснабжение приемников электроэнергии II категории.

23. Характерные радиальные схемы питания в системе внутреннего электроснабжения.

24. Характерные радиальные схемы питания в системе внешнего электроснабжения.

25. Характерная магистральная схема питания в системе внутреннего электроснабжения.

26. Характерная схема питания сквозными двойными магистралями в системе внутреннего электроснабжения.

27. Схемы смешанного питания потребителей электроэнергии.

28. Питание от энергосистемы без собственных электростанций.

29. В чем особенность токов короткого замыкания?

30. Схемы питания на основе ионисторов.

31. Какое устройство называют аккумулятором?

32. Что называют емкостью аккумулятора?

33. Какие величины характеризуют работу аккумулятора?

34. Способы соединения аккумуляторов.

35. Перечислите особенности использования солнечной энергии в робототехнических комплексах.

36. Перечислите особенности использования энергии ветра в робототехнических комплексах.

37. Перечислите особенности применения распределённого производства энергии в робототехнических комплексах.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерный перечень теоретических вопросов:

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. Техничко-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.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание 1. Составить и заполнить таблицу «Краткая характеристика потребителей электроэнергии по категории надежности электроснабжения и по производственной среде в цехах».

Задание 2. Определить расчетную мощность по заводу и отдельным цехам завода методом установленной мощности и коэффициенту спроса.

Задание 3. Выбор электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения. Для схемы питания понижающего трансформатора от магистральной линии, выбрать разъединитель QS и предохранитель F в соответствии с исходными данными индивидуального варианта. Условия выбора, расчетные и справочные значения проверяемых величин записать в таблицу.

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:

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 ...

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".

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?

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:

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:

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 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 ...

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:

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?

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?

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 ...

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:

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Темы курсовой работы:

1. Усилитель робототехнической (мехатронной) системы управления (по вариантам).

2. Система электроснабжения промышленного робота (по вариантам).

3. Система электроснабжения гибким производственным модулем (по вариантам).

4. Система электроснабжения гибкой производственной системой (по вариантам).

Вариант выбирается студентом самостоятельно, окончательная тема закрепляется преподавателем и утверждается на заседании кафедры.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в разделе «Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся».

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, зачета с оценкой и экзамена. Зачет, зачет с оценкой и экзамен проводится в форме собеседования, тестирования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка
--	---------------------------

	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	---	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Куксин А. В., Электроснабжение промышленных предприятий, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021	https://e.lanbook.com/book/192806
2	Фролов Ю. М., Электроснабжение промышленных предприятий, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/520302
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Кудрин Б. И., Электроснабжение, М.: Академия, 2012	15
<u>Учебно-методическая литература</u>		
1	Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А., Электроснабжение. Курсовое проектирование, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/211499
2	Бирюлин В. И., Куделина Д. В., Электроснабжение промышленных и гражданских объектов, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022	https://e.lanbook.com/book/282125

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Ершов, А.М. Системы электроснабжения. Часть 1: Основы электроснабжения: курс лекций / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 245 с.	https://energynet.susu.ru/wp-content/uploads/2018/09/%D0%95%D1%80%D1%88%D0%BE%D0%B2-%D0%90.%D0%9C.-%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B-%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.-%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C-1.-%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B-%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-2018.09.13.pdf
Сумарокова Л.П. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебное пособие./ Л.П. Сумарокова; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 288 с.	https://portal.tpu.ru/SHARED/d/DIMM_ASSIKK/academics/Tab1/sumarokova.pdf

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/university/periodicheskie-izdaniya/?clear_cache=Y
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
LibreOffice	Свободно распространяемое
КОМПАС-3D Машиностроение и строительства	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 104-К Лаборатория гидро- и пневмоприводов	Лаборатория гидро- и пневмоприводов 1) учебно-исследовательский комплекс «гидравлический привод подъемно-транспортных машин» 2) типовой комплект учебного оборудования «Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов» 3) типовой комплект учебного оборудования «Гидропривод дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин» 4) типовой комплект учебного оборудования «Пневмопривод и пневмоавтоматика» в настольном исполнении (на металлическом столе) 5) лабораторный стенд «пневматическая тормозная система трехосного автомобиля КАМАЗ с ABS 6) стеллаж металлический с наглядными образцами гидро- и пневмосистем
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

<p>32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 117-К и 118-К Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин</p>	<p>Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин 1.1) оборудование (117-К): а) 3D принтер Tiertime X5 на металлическом верстаке б) 3D принтер Tiertime UP300 на металлическом верстаке в) трехосевой робот-манипулятор с двухпальцевым схватом OmegaMan mini - 2шт. д) четырехосевой робот OmegaBot с датчиками и модулями - 20шт. г) робот на гусеничной платформе OmegaBot с датчиками и модулями - 10шт. д) набор робототехнический ТРИК «стартовый» -2 шт. е) набор робототехнический ТРИК «учебная пара» - 4 шт. ж) макетные столы для слесарно-сборочных работ по сборке мехатронных и робототехнических образцов з) металлические шкафы и стеллажи для хранения робототехнических комплектов и наборов инструмента для механосборочных работ (МСП) 2.2) оборудование (118-К) а) компьютерный класс моделирования на ПК б) металлические шкафы и стеллаж для хранения</p>
<p>32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет</p>

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 № 1023).

Программу составил:
доцент НТТМ, к.т.н. Беляев Александр Иванович

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, Куракина Елена Владимировна

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета
06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин