

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

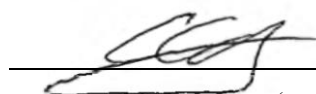
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«28» мая 2026 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/ специализации	Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

О.Б. Чернышева

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



28.05.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(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/специализации «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Способность организовать и выполнять работы по проектированию и конструированию робототехнических систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением особенностей организации систем электроснабжения мобильных и автономных робототехнических комплексов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (3 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

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, роботизированных систем и комплексов в различных отраслях промышленности и подготовка студентов к практической деятельности по данному направлению.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность организовать и выполнять работы по проектированию и конструированию робототехнических систем	ПК-4.3.1 знать принципы организации и состав программного обеспечения для обработки информации и управления объектами профессиональной деятельности ПК-4.3.2 знать методы расчета экономической эффективности внедрения средств автоматизации и механизации производственных процессов, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта ПК-4.У.2 уметь рассчитывать технико-экономическую эффективность разрабатываемых проектов объектов профессиональной деятельности ПК-4.У.3 уметь рассчитывать и выбирать основное и вспомогательное оборудование мехатронных и робототехнических систем ПК-4.В.1 владеть стандартными программами систем автоматизированного проектирования для проектирования модулей мехатронных и робототехнических систем и инженерными методами их конструирования

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математические методы и модели в научных исследованиях»,
- «Системы энергосбережения робототехнических комплексов»,
- «Проектирование и эксплуатация полупроводниковых преобразователей для электромехатронных систем»,
- «Электропривод прецизионных РТС»,
- «Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике».

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

- «Алгоритмы и методы машинного обучения»,
- «Локальные системы управления»,
- «Научно-технический семинар»,
- Подготовка магистерской диссертации.

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)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
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)	38	38
Вид промежуточной аттестации: экзамен	Экз.	Экз.

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Теоретические основы электроснабжения РТК Тема 1.1. Специфика робототехнических комплексов как потребителей электроэнергии Тема 1.2. Классификация и структура энергосистем роботов Тема 1.3. Режимы работы и графики электрических нагрузок РТК	4	4			12
Раздел 2. Методы расчетов и проектирования СЭС Тема 2.1. Расчет электрических нагрузок и выбор источников питания Тема 2.2. Расчет и проектирование распределительных сетей робота Тема 2.3. Определение токов короткого замыкания Тема 2.4. Защитная аппаратура и системы автоматического ввода резерва (АВР)	8	13			12

Раздел 3. Системы электроснабжения автономных робототехнических комплексов Тема 3.1 Химические источники тока. Тема 3.2 Водородные топливные элементы. Тема 3.3 Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Тема 3.4 Системы беспроводного электроснабжения БПЛА.	5				14
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

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	<p>Тема 1.1. Специфика робототехнических комплексов как потребителей электроэнергии. Категории надежности электроснабжения робототехнических систем. Классификация РТК по типам базирования: стационарные (промышленные), мобильные (колесные, шагающие), беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и подводные аппараты. Временные режимы работы: пусковые токи, циклические, пиковые и импульсные нагрузки исполнительных механизмов.</p> <p>Тема 1.2. Классификация и структура энергосистем роботов. Обобщенная структурная схема системы электроснабжения (СЭС) автономного и сетевого робота. Первичные и вторичные источники электрической энергии. Централизованные и децентрализованные архитектуры СЭС.</p> <p>Тема 1.3. Режимы работы и графики электрических нагрузок РТК. Понятие циклограммы работы робота и построение графиков нагрузок (активной, реактивной, полной мощности). Коэффициенты формы, максимума и заполнения графика нагрузок мехатронных систем. Статические и динамические режимы работы электроприводов РТК. Аварийные режимы СЭС: короткие замыкания, обрывы линий, перегрузки и глубокие разряды батарей. Методы прогнозирования энергопотребления робота при выполнении технологических операций.</p>
2	<p>Тема 2.1. Расчет электрических нагрузок и выбор источников питания. Методика расчета суммарной установленной и максимальной мощности РТК. Выбор емкости аккумуляторной батареи на основе заданной автономности и профиля миссии робота. Определение номинальных параметров DC/DC и AC/DC преобразователей с учетом коэффициентов запаса. Оптимизация массогабаритных характеристик энергокомплекса мобильных роботов.</p> <p>Тема 2.2. Расчет и проектирование распределительных сетей робота. Выбор сечения проводов и кабелей по условиям нагрева (допустимому току) и допустимой потери напряжения. Проектирование топологии кабельной сети внутри подвижных сочленений манипуляторов (расчет на изгиб и кручение).</p> <p>Расчет контуров заземления и зануления для стационарных промышленных роботов. Экранирование силовых кабелей для снижения уровня наведенных помех на слаботочные сигнальные линии.</p> <p>Тема 2.3. Определение токов короткого замыкания. Расчет токов короткого замыкания</p>

	<p>в цепях постоянного и переменного тока РТК.</p> <p>Тема 2.4. Защитная аппаратура и системы автоматического ввода резерва (АВР). Выбор плавких предохранителей и автоматических выключателей по номинальному току и отсечке. Проверка селективности защиты при последовательном включении аппаратов. Электронные предохранители (eFuse): принципы работы, быстродействие, программирование порогов отключения. Проектирование схем АВР для бесперебойного питания критически важных узлов робота (контроллеров, навигационных систем).</p>
3	<p>Тема 3.1 Химические источники тока. Электрохимические аккумуляторы: литий-ионные, литий-полимерные, литий-железо-фосфатные. Их удельная энергоёмкость и температурные режимы.</p> <p>Тема 3.2 Водородные топливные элементы. Перспективные источники: водородные топливные элементы, суперконденсаторы (ионисторы) для компенсации пиковых нагрузок.</p> <p>Тема 3.3 Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов. Солнечные батареи как источник энергии.</p> <p>Тема 3.4 Системы беспроводного электроснабжения БПЛА.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоёмкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоёмкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоёмкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3					
1	Анализ существующих решений электроснабжения промышленных роботов	Кейс	4	4	1
2	Расчёт электрических параметров технологического оборудования промышленного робота	Решение типовых задач	4	4	2
3	Расчет токов короткого замыкания	Решение типовых задач	4	4	2
4	Возобновляемые источники энергии для автономных робототехнических комплексов	Решение типовых задач	4	4	2
5	Заключительное занятие		1	1	
Всего			17	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. Выполнение курсового проекта/ 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)	23	23
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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)
621.31 Э 45	Электроснабжение объектов отрасли: учебно-методическое пособие / С. П. Агеев [и др.]; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2021. - 85	5
621.3	Основы электроснабжения	5

О-75	объектов отрасли: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О.Я. Солёная, С.В. Солёный; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. 17 10 приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 86 с.	
URL: https://e.lanbook.com/book/293405 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Пахомова, Л. В. Промышленные роботы и робототехнические системы: учебное пособие / Л. В. Пахомова. — Новосибирск: СГУВТ, 2022.	
URL: https://e.lanbook.com/book/325031 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Сартаков, В. Д. Программное управление промышленными установками и технологическими комплексами : учебное пособие / В. Д. Сартаков. - Иркутск : ИРНИТУ, 2020. - 152 с.	

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»

<u>URL адрес</u>	<u>Наименование</u>
https://pro.guap.ru/	<u>Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»</u>

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
1	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23).

4	Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL).
---	--

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

URL адрес	Наименование
https://lib.guap.ru .	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
http://elsau.ru/	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП
https://znanium.ru/	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://urait.ru/	образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://cyberleninka.ru/	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

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	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекаточной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

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»	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код
-------	--------------------------------	-----

		индикатора
1	Охарактеризуйте особенности робототехнических комплексов как потребителей электроэнергии по сравнению со стационарным промышленным оборудованием.	ПК-4.3.1
2	Опишите основные факторы, определяющие специфику графиков электрических нагрузок мобильных роботов в сравнении со стационарными.	
3	Сформулируйте основные отличия в режимах энергопотребления между колесными и шагающими мобильными роботами.	
4	Охарактеризуйте особенности электрических нагрузок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) в различные фазы полета.	
5	Охарактеризуйте категории надежности электроснабжения применительно к стационарным промышленным роботам.	
6	Сформулируйте требования к надежности электроснабжения мобильных роботов, работающих в автономном режиме.	
7	Опишите, каким образом категория надежности влияет на выбор архитектуры системы электроснабжения робототехнического комплекса.	
8	Охарактеризуйте классификацию робототехнических комплексов по типам базирования и укажите особенности системы электроснабжения для каждого типа.	ПК-4.3.2
9	Опишите специфику построения систем электроснабжения для стационарных промышленных роботов в сравнении с мобильными платформами.	
10	Сформулируйте требования к системам электроснабжения для БПЛА, обусловленные ограничениями по массе и габаритам.	
11	Охарактеризуйте особенности систем электроснабжения подводных робототехнических комплексов (автономных необитаемых подводных аппаратов).	
12	Охарактеризуйте принцип действия водородного топливного элемента как источника энергии для робототехнических систем.	
13	Опишите преимущества и ограничения использования водородных топливных элементов в мобильных и автономных роботах.	
14	Сформулируйте назначение суперконденсаторов (ионисторов) в системах электроснабжения роботов и укажите их преимущества по сравнению с аккумуляторами.	
15	Охарактеризуйте гибридную систему электроснабжения «водородный топливный элемент + суперконденсатор» и обоснуйте её применение для пиковых нагрузок.	
16	Охарактеризуйте назначение и принцип работы солнечных батарей как источника энергии для автономных робототехнических комплексов.	

17	Опишите условия эффективного применения солнечных батарей в составе системы электроснабжения БПЛА.	
18	Сформулируйте требования к солнечным батареям для автономных наземных роботов, работающих в условиях переменной облачности.	
19	Охарактеризуйте достоинства и недостатки использования солнечных батарей в системах электроснабжения мобильных роботов.	
20	Охарактеризуйте понятие циклограммы работы робота и укажите её роль при построении графиков электрических нагрузок.	
21	Опишите методику построения графиков активной, реактивной и полной мощности по данным циклограммы работы РТК.	
22	Сформулируйте, что характеризуют коэффициенты формы, максимума и заполнения графика нагрузок, и как они используются при проектировании СЭС.	
23	Охарактеризуйте статические и динамические режимы работы электроприводов РТК с точки зрения их влияния на систему электроснабжения.	
24	Опишите основные аварийные режимы систем электроснабжения роботов (короткие замыкания, обрывы, перегрузки, глубокие разряды) и способы защиты от них.	
25	Сформулируйте методы прогнозирования энергопотребления робота при выполнении технологических операций на основе циклограммы движения.	
26	Охарактеризуйте основные критерии выбора аккумуляторной батареи (тип, емкость, номинальное напряжение) для мобильного колёсного робота, выполняющего циклические операции с частыми разгонами и торможениями.	ПК-4.У.3
27	Сформулируйте требования к выбору DC/DC-преобразователей для системы электроснабжения робота с питанием от литий-ионной батареи 48 В, если в составе нагрузок присутствуют: контроллер движения (24 В, 10 А), бортовой компьютер (12 В, 5 А) и датчики (5 В, 2 А). Укажите, какие параметры преобразователей являются критическими.	
28	Опишите методику выбора пусковой и коммутационной аппаратуры (автоматических выключателей, контакторов, предохранителей) для силовой цепи промышленного робота с тремя сервоприводами, работающими в циклическом режиме с высокими пусковыми токами.	
29	Охарактеризуйте критерии выбора типа электродвигателя (серводвигатель, шаговый двигатель, двигатель постоянного тока) для конкретной задачи робототехнической системы, например, позиционирование схвата с точностью $\pm 0,1$ мм	
30	Сформулируйте порядок выбора вспомогательного оборудования (датчиков тока, напряжения, температуры, систем балансировки) для системы управления литий-	

	ионным аккумуляторным модулем (BMS) мобильного робота, работающего в широком диапазоне температур от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$.	
31	Охарактеризуйте классификацию систем автоматизированного проектирования (САД, САЕ, САМ) применительно к разработке робототехнических модулей. Укажите, для решения каких конкретных задач на этапах проектирования и подготовки производства предназначены системы каждого класса.	ПК-4.В.1
32	Опишите основные критерии выбора САПР для проектирования механической части робототехнического комплекса (например, промышленного робота-манипулятора). Укажите, какие характеристики системы являются определяющими при работе с большими сборками и сложными поверхностями.	
33	Сформулируйте назначение и ключевые функциональные возможности систем автономного программирования промышленных роботов-манипуляторов. Опишите основные этапы создания и проверки траектории движения робота в виртуальной 3D-среде.	
34	Охарактеризуйте возможности САПР КОМПАС-3D как инструмента для проектирования робототехнических систем. Перечислите базовые функции и специализированные приложения, автоматизирующие проектирование узлов и деталей роботов.	
35	Опишите специализированные программные средства для проектирования электронных модулей робототехнических систем. Приведите пример САПР для разработки электрических принципиальных схем и печатных плат, укажите её основные функции	

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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
	<i>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</i>	

Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа		
1	<p>Укажите, какой тип аккумуляторной батареи в настоящее время является наиболее распространённым в мобильных роботах благодаря высокой удельной энергоёмкости и отсутствию «эффекта памяти»?</p> <p>a. Никель-кадмиевые (Ni-Cd) b. Никель-металлогидридные (Ni-MH) c. Свинцово-кислотные (Pb-A) d. Литий-ионные и литий-полимерные (Li-ion / Li-Po)</p>	ПК-4.3.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.У.3 ПК-4.В.1
2	<p>Укажите, какой параметр системы электроснабжения определяет максимальную силу тока, которую аккумулятор может отдавать в нагрузку без критического падения напряжения и перегрева?</p> <p>a. номинальное напряжение ($U_{ном}$) b. ёмкость ($C, A \cdot ч$) c. максимальный разрядный ток ($C-rate$) d. внутреннее сопротивление ($R_{вн}$)</p>	
3	<p>Укажите, какое устройство в системе электроснабжения робота выполняет функцию преобразования напряжения аккумулятора (например, 24 В) в стабилизированные напряжения для питания микроконтроллеров и датчиков (3,3 В и 5 В)?</p> <p>a. инвертор напряжения b. DC/DC-преобразователь c. зарядное устройство d. тиристорный регулятор</p>	
4	<p>Для питания мощных сервоприводов и двигателей робота (например, ходовых моторов) используется отдельная силовая шина, а для управления – логическая. Укажите, как называется такая схема построения системы электроснабжения?</p> <p>a. резервированная b. многоканальная c. с разделёнными шинами питания d. с балансировкой нагрузки</p>	
5	<p>В процессе проектирования питания мобильного робота необходимо определить время непрерывной работы от аккумуляторной батареи. Какой параметр системы электроснабжения непосредственно используется для этого расчёта?</p> <p>a. Номинальное напряжение ($U_{ном}, В$) b. Энергоёмкость ($Вт \cdot ч$) и средняя потребляемая мощность ($Вт$) c. Максимальный ток разряда (A) d. Внутреннее сопротивление аккумулятора ($мОм$)</p>	
<p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
6	<p>Какие устройства относятся к первичным источникам электрической энергии в системе электроснабжения робота, а какие – ко вторичным?</p> <p>a. аккумуляторная батарея является первичным источником,</p>	ПК-4.3.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.У.3

	<p>так как она непосредственно питает двигатели робота;</p> <p>b. солнечная панель, установленная на роботе, относится к первичным источникам, так как преобразует энергию внешней среды в электрическую;</p> <p>c. DC/DC-преобразователь, понижающий напряжение с 24 В до 5 В для питания микроконтроллера, является вторичным источником;</p> <p>d. сетевая розетка 220 В, к которой подключается зарядное устройство, является вторичным источником для робота.</p>	ПК-4.В.1
7	<p>Какие из перечисленных коэффициентов используются для оценки неравномерности и эффективности использования электроэнергии робототехническим комплексом по данным суточного графика нагрузок?</p> <p>a. Коэффициент полезного действия;</p> <p>b. Коэффициент заполнения графика;</p> <p>c. Коэффициент максимума;</p> <p>d. Коэффициент мощности.</p>	
8	<p>Какие из перечисленных режимов работы электропривода робота относятся к динамическим (переходным) режимам и могут вызывать повышенные нагрузки на систему электроснабжения?</p> <p>a. пуск двигателя с места;</p> <p>b. работа с постоянной скоростью при установившейся нагрузке;</p> <p>c. резкое торможение (режим рекуперации);</p> <p>d. режим холостого хода без нагрузки.</p>	
9	<p>В каких аварийных ситуациях децентрализованная архитектура системы электроснабжения робота (с отдельными источниками для каждого модуля) имеет преимущество перед централизованной?</p> <p>a. при коротком замыкании в одном из двигателей, которое выводит из строя только локальный преобразователь этого двигателя;</p> <p>b. при глубоком разряде общей аккумуляторной батареи, вызывающем отключение всего робота;</p> <p>c. при обрыве линии связи между основным контроллером и отдельным модулем;</p> <p>d. при перегрузке одного из приводов, которая приводит к отключению его индивидуального источника, но не влияет на питание остальных модулей.</p>	
10	<p>Какие методы и исходные данные позволяют прогнозировать энергопотребление робота при выполнении технологической операции (например, паллетирования или сварки)?</p> <p>a. использование паспортных данных мощностей всех двигателей, без учёта циклограммы их работы;</p> <p>b. анализ циклограммы работы робота, включающей последовательность, длительность и временные диаграммы включения каждого привода;</p> <p>c. расчёт по средней мощности за предыдущие циклы аналогичных операций с использованием коэффициента формы;</p> <p>d. предположение, что все двигатели работают одновременно с номинальной мощностью.</p>	
<p>3 мин. Задание закрытого типа на установление соответствия</p>		

Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, выберите соответствующую позицию в правом столбце

11	<p>Установите соответствие между типом источника электрической энергии и его классификацией (первичный / вторичный) в системе электроснабжения робота:</p> <table border="1" data-bbox="347 403 1165 779"> <thead> <tr> <th colspan="2">Источник</th> <th colspan="2">Классификация</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>солнечная батарея на корпусе робота</td> <td>1</td> <td>первичный источник</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>аккумуляторная батарея</td> <td>2</td> <td>вторичный источник</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>DC/DC-преобразователь</td> <td>3</td> <td>не является источником, а является преобразователем</td> </tr> <tr> <td>Г</td> <td>топливный элемент</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table border="1" data-bbox="347 846 1292 913"> <tr> <td>А</td> <td>Б</td> <td>В</td> <td>Г</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Источник		Классификация		А	солнечная батарея на корпусе робота	1	первичный источник	Б	аккумуляторная батарея	2	вторичный источник	В	DC/DC-преобразователь	3	не является источником, а является преобразователем	Г	топливный элемент			А	Б	В	Г					ПК-4.3.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.У.3 ПК-4.В.1
Источник		Классификация																												
А	солнечная батарея на корпусе робота	1	первичный источник																											
Б	аккумуляторная батарея	2	вторичный источник																											
В	DC/DC-преобразователь	3	не является источником, а является преобразователем																											
Г	топливный элемент																													
А	Б	В	Г																											
12	<p>Установите соответствие между видом графика электрической нагрузки и его характеристикой:</p> <table border="1" data-bbox="347 985 1252 1563"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вид графика</th> <th colspan="2">Характеристика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>Суточный график активной мощности</td> <td>1</td> <td>Показывает изменение реактивной мощности в течение смены</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>График реактивной мощности</td> <td>2</td> <td>Отражает изменение полной мощности с учётом $\cos \varphi$</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Циклограмма работы робота</td> <td>3</td> <td>Показывает потребление активной энергии за сутки</td> </tr> <tr> <td>Г</td> <td>График полной мощности</td> <td>4</td> <td>Представляет временную последовательность включения/выключения приводов</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table border="1" data-bbox="347 1630 1292 1697"> <tr> <td>А</td> <td>Б</td> <td>В</td> <td>Г</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Вид графика		Характеристика		А	Суточный график активной мощности	1	Показывает изменение реактивной мощности в течение смены	Б	График реактивной мощности	2	Отражает изменение полной мощности с учётом $\cos \varphi$	В	Циклограмма работы робота	3	Показывает потребление активной энергии за сутки	Г	График полной мощности	4	Представляет временную последовательность включения/выключения приводов	А	Б	В	Г					
Вид графика		Характеристика																												
А	Суточный график активной мощности	1	Показывает изменение реактивной мощности в течение смены																											
Б	График реактивной мощности	2	Отражает изменение полной мощности с учётом $\cos \varphi$																											
В	Циклограмма работы робота	3	Показывает потребление активной энергии за сутки																											
Г	График полной мощности	4	Представляет временную последовательность включения/выключения приводов																											
А	Б	В	Г																											
13	<p>Установите соответствие между типом архитектуры СЭС робота и её характерным признаком:</p> <table border="1" data-bbox="347 1769 1252 2060"> <thead> <tr> <th colspan="2">Архитектура</th> <th colspan="2">Признак</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>Суточный график активной мощности</td> <td>1</td> <td>Показывает изменение реактивной мощности в течение смены</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>График реактивной мощности</td> <td>2</td> <td>Отражает изменение полной мощности с учётом $\cos \varphi$</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Циклограмма работы</td> <td>3</td> <td>Показывает потребление</td> </tr> </tbody> </table>	Архитектура		Признак		А	Суточный график активной мощности	1	Показывает изменение реактивной мощности в течение смены	Б	График реактивной мощности	2	Отражает изменение полной мощности с учётом $\cos \varphi$	В	Циклограмма работы	3	Показывает потребление													
Архитектура		Признак																												
А	Суточный график активной мощности	1	Показывает изменение реактивной мощности в течение смены																											
Б	График реактивной мощности	2	Отражает изменение полной мощности с учётом $\cos \varphi$																											
В	Циклограмма работы	3	Показывает потребление																											

	робота		активной энергии за сутки																												
Г	График полной мощности	4	Представляет временную последовательность включения/выключения приводов																												
<i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i>																															
А	Б	В	Г																												
14	<p>Установите соответствие между коэффициентом, используемым при анализе графиков нагрузок, и его определением:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Элемент</th> <th colspan="3">Характеристика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>Коэффициент формы</td> <td>1</td> <td>Отношение максимальной мощности к средней: P_{max}/P_{cp}</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>Коэффициент максимума</td> <td>2</td> <td>Отношение средней мощности к максимальной: P_{cp}/P_{max}</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Коэффициент заполнения</td> <td>3</td> <td>Отношение среднеквадратичной мощности к средней: $P_{ск}/P_{cp}$</td> </tr> <tr> <td>Г</td> <td>Коэффициент неравномерности</td> <td>4</td> <td>Обратная величина к коэффициенту заполнения, показывает разброс нагрузок</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i></p> <table border="1"> <tr> <td>А</td> <td>Б</td> <td>В</td> <td>Г</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Элемент	Характеристика			А	Коэффициент формы	1	Отношение максимальной мощности к средней: P_{max}/P_{cp}	Б	Коэффициент максимума	2	Отношение средней мощности к максимальной: P_{cp}/P_{max}	В	Коэффициент заполнения	3	Отношение среднеквадратичной мощности к средней: $P_{ск}/P_{cp}$	Г	Коэффициент неравномерности	4	Обратная величина к коэффициенту заполнения, показывает разброс нагрузок	А	Б	В	Г				
Элемент	Характеристика																														
А	Коэффициент формы	1	Отношение максимальной мощности к средней: P_{max}/P_{cp}																												
Б	Коэффициент максимума	2	Отношение средней мощности к максимальной: P_{cp}/P_{max}																												
В	Коэффициент заполнения	3	Отношение среднеквадратичной мощности к средней: $P_{ск}/P_{cp}$																												
Г	Коэффициент неравномерности	4	Обратная величина к коэффициенту заполнения, показывает разброс нагрузок																												
А	Б	В	Г																												
15	<p>Установите соответствие между аварийным режимом СЭС робота и его последствием или способом защиты:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Аварийный режим</th> <th colspan="3">Последствие/Способ защиты</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>Короткое замыкание в силовой цепи</td> <td>1</td> <td>Отключение нагрузки при снижении напряжения ниже порога</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>Перегрузка привода (длительный ток выше номинала)</td> <td>2</td> <td>Автоматическое отключение тепловой защитой (реле перегрузки)</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Глубокий разряд аккумуляторной батареи</td> <td>3</td> <td>Срабатывание быстродействующего автоматического выключателя или предохранителя</td> </tr> <tr> <td>Г</td> <td>Обрыв линии связи между контроллером и приводом</td> <td>4</td> <td>Блокировка работы привода и переход в аварийный останов (по команде безопасности)</td> </tr> </tbody> </table>			Аварийный режим	Последствие/Способ защиты			А	Короткое замыкание в силовой цепи	1	Отключение нагрузки при снижении напряжения ниже порога	Б	Перегрузка привода (длительный ток выше номинала)	2	Автоматическое отключение тепловой защитой (реле перегрузки)	В	Глубокий разряд аккумуляторной батареи	3	Срабатывание быстродействующего автоматического выключателя или предохранителя	Г	Обрыв линии связи между контроллером и приводом	4	Блокировка работы привода и переход в аварийный останов (по команде безопасности)								
Аварийный режим	Последствие/Способ защиты																														
А	Короткое замыкание в силовой цепи	1	Отключение нагрузки при снижении напряжения ниже порога																												
Б	Перегрузка привода (длительный ток выше номинала)	2	Автоматическое отключение тепловой защитой (реле перегрузки)																												
В	Глубокий разряд аккумуляторной батареи	3	Срабатывание быстродействующего автоматического выключателя или предохранителя																												
Г	Обрыв линии связи между контроллером и приводом	4	Блокировка работы привода и переход в аварийный останов (по команде безопасности)																												

		<i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i>			
		А	Б	В	Г
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>					
16	<p>Установите правильную последовательность этапов преобразования электрической энергии в системе электроснабжения стационарного промышленного робота (сетевой робот):</p> <ol style="list-style-type: none"> выпрямление переменного напряжения и сглаживание пульсаций (получение DC-link); преобразование постоянного напряжения в стабилизированные напряжения питания контроллеров и датчиков (5 В, 3,3 В, 24 В для логики); подключение к трёхфазной сети 380 В, 50 Гц через вводной коммутационный аппарат; преобразование DC-link в переменное напряжение регулируемой частоты для питания сервоприводов (инвертор ШИМ). 	ПК-4.3.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.У.3 ПК-4.В.1			
17	<p>Установите последовательность действий при проектировании системы электроснабжения мобильного робота (на примере колёсной платформы):</p> <ol style="list-style-type: none"> расчёт ёмкости аккумуляторной батареи на основе циклограммы движения; выбор типа аккумулятора (Li-ion / LiFePO₄) и номинального напряжения силовой шины; определение состава потребителей: двигатели, контроллеры, датчики, коммуникация; расчёт максимальных и пиковых токов в динамических режимах (пуск, торможение); выбор DC/DC-преобразователей и аппаратов защиты для каждой группы потребителей. 				
18	<p>Установите последовательность энергетических переходов в системе беспроводного электроснабжения (резонансная индукционная зарядка) для БПЛА:</p> <ol style="list-style-type: none"> прямое преобразование высокочастотного переменного напряжения в постоянное (выпрямление и стабилизация) для заряда бортовой АКБ; индукционная передача энергии через воздушный зазор между передающей и приёмной катушками; генерация высокочастотного переменного тока (100 кГц — несколько МГц) в передающем контуре; подключение зарядной станции к сети 220 В, 50 Гц; выпрямление принятого переменного напряжения и согласование с зарядным контроллером. 				
19	Установите последовательность расчёта энергопотребления				

	<p>робототехнического комплекса при выполнении циклической технологической операции (например, паллетирование):</p> <ol style="list-style-type: none"> Выделение типовых элементов операционного цикла (взятие груза → перемещение → укладка → возврат); Суммирование энергии всех элементов цикла с учётом коэффициента одновременности; Расчёт энергопотребления для каждого элемента цикла (по паспортным данным приводов и времени работы); Определение состава приводов, участвующих в операции (двигатели осей, захвата); Построение циклограммы включения приводов с временными диаграммами токов и мощностей. 	
20	<p>Установите последовательность поведения системы электроснабжения робота при переходе от штатного режима к аварийному (например, при отказе основного источника питания у мобильного робота):</p> <ol style="list-style-type: none"> Отключение некритичных потребителей (датчиков, освещения, коммуникации) для экономии энергии; Сигнал контроллеру о переходе на резервный источник (или аварийный останов); Подача питания на критичные системы (тормоза, контроллер безопасности, радиоканал); Обнаружение снижения напряжения основной АКБ ниже порога; Включение резервной батареи или суперконденсатора для завершения цикла безопасного останова. 	
<p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p>		
21	<p>Коэффициент максимума – это отношение _____ мощности к средней мощности.</p>	<p>ПК-4.3.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2</p>
22	<p>В системе электроснабжения мобильного робота литий-полимерный аккумулятор характеризуется высокой удельной энергоёмкостью до _____ Вт·ч/кг и малым внутренним сопротивлением, однако требует использования платы для контроля напряжения каждой ячейки, балансировки и защиты от глубокого разряда.</p>	<p>ПК-4.У.3 ПК-4.В.1</p>
23	<p>Водородные топливные элементы преобразуют химическую энергию окисления водорода непосредственно в электрическую, при этом единственным побочным продуктом реакции является _____, что делает их экологически чистым источником энергии.</p>	
24	<p>Робототехнические комплексы, работающие в циклическом режиме (например, паллетирование или сварка), характеризуются наличием _____ нагрузок, возникающих в моменты пуска и торможения исполнительных механизмов.</p>	
25	<p>Стационарные промышленные роботы, в отличие от мобильных, относятся к _____ категории надежности электроснабжения,</p>	

	так как их отключение приводит к остановке всей технологической линии и значительным экономическим потерям.	
--	---	--

Примечание: СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0

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:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах Учебным планом не предусмотрено

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. Структурными элементами практического занятия являются: вводная часть, основная часть, заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, целей и задач занятия;
- обоснование значимости темы для профессиональной подготовки;
- связь с другими разделами курса;
- изложение теоретических основ;
- разъяснение методов и приёмов выполнения заданий;
- требования к результату работы;
- инструктаж по технике безопасности;
- проверка готовности студентов;
- пробное выполнение заданий;
- указания по самоконтролю.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться:

- дополнительные разъяснения по ходу работы;
- устранение затруднений;
- текущий контроль и оценка результатов;
- поддержка работоспособности технических средств;
- ответы на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение итогов занятия (анализ успехов и недочётов);
- оценка работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы;
- рекомендации по устранению пробелов в знаниях и навыках;
- сбор отчётов для проверки;
- информация о подготовке к следующему занятию (включая список литературы).

Вводная и заключительная части практического занятия проводятся фронтально. Основная часть выполняется каждым студентом индивидуально.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7. 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 включает в себя:

- контроль посещаемости;
- устный опрос по материалам лекций;
- устный опрос по практическим занятиям;
- письменный опрос по вопросам практического занятия;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчётные материалы, в соответствии с установленными НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПР, зарегистрированным под своим логином и паролем, является оценкой результатов ТКУ.

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

Основанием для допуска к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине «Системы электроснабжения робототехнических комплексов» являются выполненные и загруженные в ЭИОС ГУАП практические работы.

11.8. 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».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Дифференцированный зачет проводится в письменной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

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