

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 26.02.2026 23:35:33  
Уникальный программный ключ:  
637517d24e103c3db032acf37e994880141e2f6e0c29ac617679875497



**Образовательное учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»  
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. директора международного  
инженерного института

\_\_\_\_\_ /А.А. Панарин

«17» декабря 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

**Направление подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника  
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):  
«Промышленная робототехника»**

**Форма обучения: очная, заочная**

Рабочая программа дисциплины «Электромеханические исполнительные элементы». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль): «Промышленная робототехника» / Р. М. Байгулов – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 23с.

Рабочая программа высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. N 1046 (с изменениями от 27 ноября 2020 г.); Профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (с изменениями от 12 декабря 2016 года) (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики: Р. М. Байгулов, д.э.н., профессор

Ответственный рецензент: О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»

Ответственный рецензент: А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мехатроники и робототехники 17.12.2025г. протокол №6

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /А.А. Панарин  
(подпись)

Согласовано от библиотеки \_\_\_\_\_ / О. Е. Степкина  
(подпись)

## Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электромеханические исполнительные элементы» является: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по применению электромеханических исполнительных элементов в составе информационно-управляющих систем, а также развитие умений использовать современные методы и средства обработки информации для анализа и проектирования приводов мехатронных и робототехнических систем.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: ознакомить студентов с принципами действия, устройством и характеристиками основных типов электромеханических исполнительных элементов; изучить методы управления исполнительными элементами с использованием современных средств силовой электроники и цифровых контроллеров; научить применять программные средства моделирования для анализа и синтеза систем управления приводами; освоить методы сбора и обработки данных от датчиков обратной связи (энкодеры, датчики тока и напряжения) для контроля состояния исполнительных механизмов; развить навыки работы с технической документацией, каталогами и спецификациями при выборе исполнительных элементов; научиться применять алгоритмы цифровой обработки сигналов и регулирования (включая ПИД-регуляторы) в реальных системах управления; формировать умение использовать полученные данные для оптимизации параметров исполнительных элементов и повышения эффективности функционирования систем.

## Раздел 2. Планирование результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ОПК-2	Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знает современные программные продукты ОПК-2.2 Умеет создавать алгоритмы для решения типовых задач обработки информации ОПК-2.3 Владеет навыками применения программных продуктов для обработки информации

## Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электромеханические исполнительные элементы» изучается в 6 семестре на очной форме обучения и в 7 семестре на заочной форме обучения, относится к Блоку Б.1 «Дисциплины (модули)», «Часть, формируемая участниками образовательных отношений», образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриат), направленность (профиль): «Промышленная робототехника».

## Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины (общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)

### Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки

#### на очной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
6 семестр							

4	144	32	48		28		36 Экзамен
---	-----	----	----	--	----	--	---------------

**на заочной форме обучения**

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
<b>7 семестр</b>							
4	144	8	8		92		36 Экзамен

**Тематический план дисциплины**

**Очная форма обучения**

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
<b>6 семестр</b>						
Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы	2	4		2		8
Тема 2. Электродвигатели постоянного тока	2	4		2		8
Тема 3. Бесколлекторные двигатели	2	4		2		8
Тема 4. Шаговые двигатели	2	4		2		8
Тема 5. Асинхронные двигатели	2	4		2		8
Тема 6. Синхронные двигатели	2	4		2		8
Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы	4	4		2		10
Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы	4	4		2		10
Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами	4	4		4		12
Тема 10. Выбор и расчёт	4	6		4		14

исполнительных элементов						
Тема 11. Системы управления исполнительными элементами	4	6		4		14
Экзамен					36	36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>48</b>		<b>28</b>	<b>36</b>	<b>144</b>

#### Заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
<b>7 семестр</b>						
Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы			8			8
Тема 2. Электродвигатели постоянного тока	2		8			10
Тема 3. Бесколлекторные двигатели		2	8			10
Тема 4. Шаговые двигатели	2		8			10
Тема 5. Асинхронные двигатели		2	8			10
Тема 6. Синхронные двигатели	2		8			10
Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы		2	8			10
Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы	2		8			10
Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами		2	8			10
Тема 10. Выбор и расчёт исполнительных элементов			10			10
Тема 11. Системы управления исполнительными элементами			10			10

Экзамен					36	36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>92</b>		<b>36</b>	<b>144</b>

### Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы	Определение и классификация исполнительных элементов. Роль исполнительных устройств в системах автоматического управления. Требования к надежности, точности, быстродействию и энергоэффективности. Общая структура электромеханического привода.
Тема 2. Электродвигатели постоянного тока	Устройство и принцип действия двигателей постоянного тока (ДПТ). Характеристики ДПТ: механическая, регулировочная, рабочие характеристики. Способы возбуждения: независимое, параллельное, последовательное. Применение ДПТ в робототехнике и автоматизированном оборудовании.
Тема 3. Бесколлекторные двигатели (BLDC)	Конструкция и принцип работы бесколлекторных двигателей. Системы коммутации: трапецидальная, синусоидальная, FOC (полеориентированное управление). Преимущества и недостатки BLDC по сравнению с ДПТ. Применение в высокоточных и высокоскоростных системах.
Тема 4. Шаговые двигатели	Классификация шаговых двигателей: реактивные, магнитоэлектрические, гибридные. Режимы управления: волновой, полушаговый, микрошаговый. Расчёт удерживающего момента и зависимость момента от частоты. Применение в станках с ЧПУ, 3D-принтерах, робототехнике.
Тема 5. Асинхронные двигатели	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Механические и рабочие характеристики. Особенности частотного регулирования скорости. Использование асинхронных двигателей в промышленной автоматизации
Тема 6. Синхронные двигатели	Устройство и принцип действия синхронных двигателей. Преимущества синхронных двигателей с постоянными магнитами. Управление синхронными двигателями: векторное и полеориентированное управление. Применение в высокоточных и высокоскоростных приводах.
Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы	Принцип действия линейных электродвигателей: линейный асинхронный двигатель, линейный синхронный двигатель. Поворотные приводы. Преимущества и недостатки линейных и поворотных приводов. Области применения: CNC-станки, роботы, автоматические линии.

Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы	Принцип действия электромагнитных приводов: соленоиды, клапаны, реле. Устройство и применение пьезоэлектрических актуаторов. Сравнение возможностей электромагнитных и пьезоэлементов по точности и быстродействию. Использование в микропозиционировании и прецизионных механизмах.
Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами	Структура систем управления: драйверы, инверторы, ШИМ-контроллеры. Управление скоростью и моментом: фазовое, импульсное, векторное. Защита силовых цепей: ограничение тока, защита от перегрева и перегрузок.
Тема 10. Выбор и расчёт исполнительных элементов	Методика выбора электродвигателя по нагрузочной диаграмме. Расчёт требуемой мощности и момента на валу. Проверка двигателя по условиям нагрева и перегрузочной способности. Анализ массогабаритных показателей и экономической целесообразности.
Тема 11. Системы управления исполнительными элементами	Структура замкнутых систем управления: обратная связь по положению, скорости, току. Применение ПИД-регуляторов в системах управления приводами. Цифровые системы управления.

### **Занятия семинарского типа (Практические занятия)**

Общие рекомендации по подготовке к семинарским занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий семинарского типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Работа во время проведения занятия семинарского типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

#### **Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы**

1. Ознакомление с составом и структурой типовой системы привода.
2. Изучение классификации исполнительных элементов.
3. Анализ требований к точности, быстродействию и энергоэффективности.
4. Примеры применения в мехатронных и робототехнических системах.

#### **Тема 2. Электродвигатели постоянного тока**

1. Подключение и тестирование двигателя постоянного тока.
2. Снятие естественной механической и регулировочной характеристик.
3. Исследование влияния нагрузки на скорость и ток якоря.
4. Построение графиков и анализ полученных данных.

#### **Тема 3. Бесколлекторные двигатели (BLDC)**

1. Подключение BLDC-двигателя к драйверу и источнику питания.
2. Исследование сигналов управления обмотками.

3. Реализация простого алгоритма коммутации.
4. Определение зависимости момента от угла коммутации.

#### **Тема 4. Шаговые двигатели**

1. Управление шаговым двигателем через драйвер.
2. Исследование режимов: волновой, полушаговый, микрошаговый.
3. Измерение удерживающего момента при различных нагрузках.
4. Анализ зависимости максимальной частоты вращения от нагрузки.

#### **Тема 5. Асинхронные двигатели**

1. Подключение асинхронного двигателя к частотному преобразователю.
2. Исследование механической характеристики при разных частотах.
3. Измерение скольжения и КПД при изменении нагрузки.
4. Анализ формы напряжения и тока при пуске и работе под нагрузкой.

#### **Тема 6. Синхронные двигатели**

1. Подключение синхронного двигателя с постоянными магнитами.
2. Исследование особенностей запуска и выхода на синхронный режим.
3. Сравнение характеристик с асинхронным двигателем.
4. Использование энкодера для контроля положения ротора.

#### **Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы**

1. Моделирование линейного асинхронного двигателя в программной среде.
2. Исследование поворотного привода.
3. Сравнение динамических характеристик линейного и вращательного приводов.
4. Расчёт усилия и скорости движения в зависимости от параметров питания.

#### **Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы**

1. Исследование работы соленоида как исполнительного элемента.
2. Тестирование пьезоэлектрического актуатора на микроперемещения.
3. Сравнение возможностей электромагнитных и пьезоэлементов по точности и быстродействию.
4. Применение в системах микропозиционирования.

#### **Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами**

1. Сборка и тестирование схемы ШИМ-управления ДПТ.
2. Исследование работы H-моста на МОП-транзисторах.
3. Анализ тепловых режимов силовых ключей.
4. Знакомство с драйверами двигателей.

#### **Тема 10. Выбор и расчёт исполнительных элементов**

1. Расчёт требуемого момента и мощности для заданного механизма.
2. Выбор двигателя по каталогам производителей.
3. Проверка по условиям нагрева и перегрузочной способности.
4. Сравнение нескольких вариантов двигателей по массогабаритным и энергетическим показателям.

#### **Тема 11. Системы управления исполнительными элементами**

1. Реализация ПИД-регулятора для управления скоростью двигателя.
2. Настройка коэффициентов регулятора методом Циглера–Николса.
3. Исследование влияния обратной связи на качество регулирования.
4. Программирование управления на микроконтроллере.

## Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы, обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

### Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 2. Электродвигатели постоянного тока	
Тема 3. Бесколлекторные двигатели (BLDC)	
Тема 4. Шаговые двигатели	
Тема 5. Асинхронные двигатели	
Тема 6. Синхронные двигатели	
Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы	
Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы	
Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами	
Тема 10. Выбор и расчёт исполнительных элементов	
Тема 11. Системы управления исполнительными элементами	

### 5.1. Примерная тематика эссе<sup>1</sup>

1. Роль электромеханических исполнительных элементов в современных мехатронных системах.
2. Сравнение ДПТ с бесколлекторными двигателями: преимущества и недостатки.
3. Особенности применения шаговых двигателей в высокоточных системах.
4. Асинхронные двигатели в условиях переменной нагрузки: анализ эффективности.
5. Линейные приводы как альтернатива традиционным вращательным механизмам.
6. Использование пьезоэлектрических актуаторов в микропозиционировании.
7. Современные тенденции развития силовой электроники в управлении приводами.
8. Применение ПИД-регуляторов в системах управления исполнительными элементами.
9. Как выбрать двигатель для конкретного механизма: методология и практика.
10. Перспективы внедрения нетрадиционных исполнительных элементов в робототехнику будущего.

<sup>1</sup> Перечень тем не является исчерпывающим. Обучающийся может выбрать иную тему по согласованию с преподавателем.

11. Сравнение массогабаритных показателей различных типов двигателей в условиях ограниченного пространства.
12. Применение искусственного интеллекта в управлении электромеханическими исполнительными элементами.
13. Особенности работы шаговых двигателей при высоких скоростях: ограничения и пути их преодоления.
14. Влияние момента инерции нагрузки на выбор двигателя для робототехнических систем.
15. Энергоэффективность электромеханических приводов: сравнение технологий и перспективы развития.
16. Использование датчиков обратной связи (энкодеры, resolver, датчики Холла) в системах управления приводами.
17. Векторное управление синхронными двигателями: принципы и преимущества.
18. Анализ влияния шума и помех на работу цифровых систем управления приводами.
19. Перспективы использования двигателей с редкоземельными магнитами в авиации и космосе.
20. Сравнение возможностей и ограничений аналоговой и цифровой силовой электроники в управлении приводами.
21. Применение электромеханических актуаторов в мобильных роботах и дронах.
22. Использование пьезоэлектрических и магнитострикционных элементов в микроробототехнике.
23. Интеграция исполнительных элементов в «умные» производственные системы.
24. Электромеханические приводы в составе экзоскелетов: требования, особенности, перспективы.
25. Роль электромеханических исполнительных элементов в автономных транспортных средствах.
26. Использование беспроводного управления в приводах мехатронных устройств.
27. Современные подходы к миниатюризации исполнительных механизмов.
28. Применение MEMS-технологий в создании новых типов актуаторов.
29. Электромеханические приводы в медицинских устройствах: точность, надежность, безопасность.
30. Применение машинного обучения для прогнозирования износа и диагностики неисправностей приводов.

### 5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы	Привести примеры использования электромеханических приводов в различных отраслях (робототехника, станкостроение, транспорт). Описать основные требования к исполнительным элементам: точность, быстродействие, надежность, КПД.
Тема 2. Электродвигатели постоянного тока	Выполнить расчёт параметров ДПТ по паспортным данным (номинальный момент, мощность, КПД). Построить естественную механическую характеристику двигателя. Рассчитать переходные процессы при пуске на холостом ходу и под нагрузкой.
Тема 3. Бесколлекторные двигатели (BLDC)	Изучить устройство и принцип работы BLDC-двигателя. Подобрать драйвер и контроллер для конкретного BLDC-двигателя из каталога. Реализовать модель простой системы управления коммутацией обмоток. Проанализировать влияние угла коммутации на момент и скорость.

Тема 4. Шаговые двигатели	Выбрать шаговый двигатель для заданного механизма (например, ЧПУ станок, 3D-принтер). Рассчитать удерживающий момент и максимальную скорость вращения при заданной нагрузке. Сравнить микрошаговый и полушаговый режимы по точности и шуму.
Тема 5. Асинхронные двигатели	По паспортным данным рассчитать скольжение, номинальный момент и КПД асинхронного двигателя. Построить механическую характеристику. Исследовать влияние изменения напряжения и частоты на рабочие характеристики. Описать преимущества и недостатки частотного регулирования скорости.
Тема 6. Синхронные двигатели	Изучить конструкцию и принцип действия синхронного двигателя с постоянными магнитами. Сравнить с асинхронным двигателем по массогабаритным показателям и динамике.
Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы	Рассчитать усилие и скорость движения линейного асинхронного двигателя при заданных параметрах питания. Сравнить линейный и вращательный приводы по динамическим характеристикам и точности.
Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы	Изучить устройство и принцип действия соленоидов, клапанов и пьезоэлектрических актуаторов. Сравнить их по точности, быстродействию, энергоэффективности. Привести примеры применения в микропозиционировании и прецизионных системах.
Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами	Разработать схему H-моста на МОП-транзисторах. Рассчитать параметры ключевых элементов и защитной цепи. Исследовать тепловой режим при различных значениях тока нагрузки. Описать работу ШИМ-управления и его влияние на эффективность системы.
Тема 10. Выбор и расчёт исполнительных элементов	Выбрать двигатель для заданного механизма (например, поворотное устройство, линейный модуль). Рассчитать необходимый крутящий момент и мощность. Проверить выбранный двигатель по условиям нагрева и перегрузочной способности.
Тема 11. Системы управления исполнительными элементами	Реализовать программно ПИД-регулятор скорости. Настроить коэффициенты регулятора методом Циглера–Николса. Исследовать качество регулирования при изменении нагрузки.

## Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Планируемые результаты, характеризующие этапы формирования компетенции	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
<b>ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности</b>		
ИОПК-2.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИОПК-2.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИОПК-2.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

### 6.2. Типовые вопросы и задания

#### Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (к экзамену)

1. Виды электромеханических исполнительных элементов и их назначение
2. Классификация электромеханических исполнительных элементов по типам привода и области применения
3. Принципы работы электромагнитных приводов
4. Кинематика и динамика электромеханических исполнительных элементов
5. Конструктивные особенности и основные параметры электромеханических исполнительных механизмов
6. Производительность и энергетическая эффективность различных типов исполнительных элементов
7. Размерные и мощностные ограничения при выборе электромеханических исполнительных элементов
8. Технические требования к электромеханическим исполнительным элементам в системах автоматизации
9. Особенности эксплуатации и обслуживания электромеханических исполнительных элементов
10. Современные тенденции развития электромеханических исполнительных механизмов
11. Примеры использования электромеханических исполнительных элементов в робототехнике и мехатронике
12. Методы управления электромеханическими исполнительными элементами
13. Основные параметры выбора электромеханических исполнительных элементов для конкретных задач
14. Критерии надежности и долговечности электромеханических исполнительных элементов
15. Методы диагностики и мониторинга состояния электромеханических исполнительных элементов
16. Примеры типовых электромеханических исполнительных элементов и их характеристики

17. Принципы взаимодействия электромеханических исполнительных элементов с системами управления
18. Электромеханические приводы для позиционирования и перемещения
19. Электромагнитные и электроприводные механизмы в робототехнике
20. Кинематические схемы и передаточные механизмы электромеханических исполнительных элементов
21. Энергетические характеристики и энергетическая эффективность по типам исполнительных элементов
22. Интеграция электромеханических исполнительных элементов в автоматизированные системы
23. Особенности электромеханических элементов при проектировании систем мехатроники
24. Методы повышения точности и быстродействия электромеханических исполнительных механизмов
25. Контроль и управление электромеханическими исполнительными элементами в реальном времени
26. Практические аспекты монтажа, обслуживания и ремонта электромеханических исполнительных элементов
27. Экологические и экологические требования по использованию электромеханических механизмов
28. Обзор современных разработок и инновационных решений в области электромеханических исполнительных элементов
29. Анализ примеров промышленных систем с применением различных электромеханических исполнительных элементов
30. Типы электромеханических исполнительных элементов, используемых в современных системах автоматизации
31. Особенности выбора электромеханического исполнительного элемента под конкретные требования эффективности и точности
32. Влияние технологических характеристик на долговечность и надежность электромеханических механизмов
33. Методы моделирования и анализа электромеханических исполнительных элементов для оптимизации их работы
34. Влияние электромагнитных помех и электромагнитной совместимости на работу исполнительных механизмов
35. Практические аспекты внедрения электромеханических исполнительных элементов в мехатронные системы
36. Обеспечение безопасности и защиты при эксплуатации электромеханических исполнительных механизмов
37. Энергосбережение и экологическая безопасность электромеханических приводов
38. Отличия электромагнитных, электромеханических и пневматических исполнительных элементов
39. Особенности автоматического управления электромеханическими исполнительными механизмами
40. Выбор электромеханического исполнительного механизма по параметрам динамики и точности
41. Техническое обслуживание, калибровка и профилактика электромеханических исполнительных элементов
42. Инновационные тенденции и разработка новых конструктивных решений электромеханических приводов
43. Подбор электромеханического исполнительного элемента для робототехнических систем различного назначения

### 6.3. Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ОПК-2	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Какой тип двигателя используется в высокоточных системах из-за отсутствия щеток?<ol style="list-style-type: none"><li>a) ДПТ</li><li>b) BLDC</li><li>c) Асинхронный</li><li>d) Шаговый</li></ol></li><li>2. Какой интерфейс часто используется для связи контроллера с драйвером шагового двигателя?<ol style="list-style-type: none"><li>a) USB</li><li>b) SPI</li><li>c) CAN</li><li>d) UART</li></ol></li><li>3. Что определяет максимальную скорость шагового двигателя?<ol style="list-style-type: none"><li>a) Напряжение питания</li><li>b) Частота управляющих импульсов</li><li>c) Цвет корпуса</li><li>d) Длина провода</li></ol></li><li>4. Какой закон используется при расчёте момента ДПТ?<ol style="list-style-type: none"><li>a) Закон Ома</li><li>b) Формула Лоренца</li><li>c) Закон Био–Савара</li><li>d) Закон сохранения энергии</li></ol></li><li>5. Для чего применяется ШИМ в системах управления исполнительными элементами?<ol style="list-style-type: none"><li>a) Для увеличения напряжения</li><li>b) Для регулирования мощности</li><li>c) Для преобразования сигналов</li><li>d) Для подключения к интернету</li></ol></li><li>6. Какой метод управления позволяет точно регулировать положение и скорость?<ol style="list-style-type: none"><li>a) Открытое управление</li><li>b) Управление по замкнутому контуру</li><li>c) Случайное управление</li><li>d) Управление без датчиков</li></ol></li><li>7. Какой драйвер чаще всего используется для управления шаговым двигателем?<ol style="list-style-type: none"><li>a) L298N</li><li>b) DRV8825</li><li>c) LM317</li><li>d) LM741</li></ol></li><li>8. Какой параметр наиболее важен при выборе двигателя для манипулятора?<ol style="list-style-type: none"><li>a) Вес</li><li>b) Максимальная мощность</li><li>c) Момент инерции</li><li>d) Цвет проводов</li></ol></li><li>9. Какой алгоритм управления обеспечивает высокую точность</li></ol>

	позиционирования? а) Программное управление б) ПИД-регулирование в) Автоматическое управление г) Ручное управление 10. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на нагрев двигателя? а) Длина кабеля б) Ток якоря в) Цвет корпуса г) Материал обмотки
--	---

#### 6.4. Оценочные шкалы

##### 6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 3-5 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 3 недели до промежуточной аттестации.

##### Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

##### Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

##### 6.4.2. Оценивание самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)

7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.
9. Умение делать обобщения, выводы.

#### **Шкала оценивания контрольной работы и эссе**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Зачтено	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу</li> </ul>

#### **6.4.3. Оценивание ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации**

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

#### **Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Отлично	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li> <li>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;</li> <li>- правильно формулировать определения;</li> <li>- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;</li> <li>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Хорошо	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li> <li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий;</li> <li>- достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li> <li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li> <li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Удовлетворительно	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Неудовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

#### **Шкала оценивания на зачете**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии выставления оценки</b>
Зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

#### **6.4.4. Тестирование**

##### **Шкала оценивания**

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

#### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП**

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованное собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

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

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

## **Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины**

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей

лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

### **7.1. Методические рекомендации по написанию эссе**

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

### **7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов**

Кейс-метод (Case study) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;
- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

### **7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач**

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание,

выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

## **Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### ***Основная литература<sup>2</sup>***

1. Уваров, С. С. Технические средства автоматизации управления. Электродвигатели: учебное пособие / С. С. Уваров. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 143 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122141.html>

2. 1. Разработка моделей элементов и систем автоматизированного электропривода в среде MatLab R2017b: учебно-методическое пособие / В. Б. Терехин, С. Н. Кладиев, А. С. Ивашутенко, В. М. Рулевский. — Томск: Томский политехнический университет, 2021. — 515 с. — ISBN 978-5-4387-0953-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134844.html>

### ***Дополнительная литература<sup>3</sup>***

1. Ким, К. К. Системы электродвижения с использованием магнитного подвеса и сверхпроводимости: монография / К. К. Ким. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 351 с. — ISBN 978-5-4497-2492-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/135244.html>

2. Электротехнические материалы: лабораторный практикум / Р. В. Кузьмин, Р. Н. Хамитов, А. С. Мешков, А. В. Сериков ; под редакцией Р. В. Кузьмина. — Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. — 65 с. — ISBN 978-5-7765-1505-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122773.html>

### **8.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата**

8.1.1. Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей). В Университете имеются специализированные аудитории для проведения занятий по информационным технологиям.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.

**Электронная информационно-образовательная среда Университета включает:**

---

<sup>2</sup> Из ЭБС

<sup>3</sup> Из ЭБС

1. Официальный сайт Университета (<https://www.iile.ru/>)
2. Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)
3. Программы для ЭВМ. Система дистанционного обучения «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
4. Программа для ЭВМ. Виртуальная комната «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
5. Система тестирования INDIGO лицензионное соглашение (Договор от 07.11.2018 г. №Д-54792, дополнительное соглашение № Д-5479/6 о пролонгации договора до 01.06.2026г.) <http://212.48.35.211:85/>

8.1.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

**Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:**

1. Операционная система «Атлант» - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)
2. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition договор-оферта № Tr000941765 от 16.10.2025 г.

8.1.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости, но не реже одного раз в год.

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)
2. Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.) <https://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2026 от 30.01.2026 г. (срок действия до 29.01.2027г.) <https://elibrary.ru>

8.1.4. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса**

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p><u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 22 стула, доска аудиторная навесная), стол преподавателя, стул преподавателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер; мультимедийное оборудование (проектор, экран); стенд «Электрические Машины и Электропривод»; манипулятор «Электроника НЦТМ-01» с комплектом технической документации; автоматизированный привод ДПУ-120 с</p>
--	--

	комплект технической документации; установка по исследованию шагового двигателя DYNASIN 4SHG-023A 39S
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета