

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.07.2025 16:42:03
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e914880141e2f6e0c29ac017679875497



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

ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ, ЛИДЕРСТВА И МЕНЕДЖМЕНТА

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
международной экономики,
лидерства и менеджмента
_____ А. А. Панарин
«20» июня 2025г.

**Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

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

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

Форма обучения: очная

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. – 22с.

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 26 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, к. т. н

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 цифровой экономики и инновационной деятельности 20.06.2025г., протокол №9

Заведующий кафедрой _____ /А. А. Панарин, д. э. н., профессор
(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, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, 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							
5	180	32	48		64		36 Экзамен

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
6 семестр						
Тема 1. Введение в электромеханические исполнительные элементы	2	4	4			10
Тема 2. Электродвигатели постоянного тока	2	4	6			12
Тема 3. Бесколлекторные двигатели	2	4	6			12
Тема 4. Шаговые двигатели	2	4	6			12
Тема 5. Асинхронные двигатели	2	4	6			12
Тема 6. Синхронные двигатели	2	4	6			12
Тема 7. Линейные и поворотные электроприводы	4	4	6			14
Тема 8. Электромагнитные и пьезоэлектрические исполнительные элементы	4	4	6			14
Тема 9. Силовая электроника в системах управления исполнительными элементами	4	4	6			14
Тема 10. Выбор и расчёт исполнительных элементов	4	6	6			14
Тема 11. Системы управления исполнительными элементами	4	6	6			14
экзамен					36	36
итого за 6 семестр	32	48	64		36	180

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: трапецеидальная, 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 эссе¹

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.
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.

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

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	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
---	-------------------------------	--

этапы формирования компетенции		
ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности		
ОПК-2.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-2.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-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	1. Какой тип двигателя используется в высокоточных системах из-за отсутствия щеток? а) ДПТ б) BLDC в) Асинхронный г) Шаговый

2. Какой интерфейс часто используется для связи контроллера с драйвером шагового двигателя?
- a) USB
 - b) SPI
 - c) CAN
 - d) UART
3. Что определяет максимальную скорость шагового двигателя?
- a) Напряжение питания
 - b) Частота управляющих импульсов
 - c) Цвет корпуса
 - d) Длина провода
4. Какой закон используется при расчёте момента ДПТ?
- a) Закон Ома
 - b) Формула Лоренца
 - c) Закон Био–Савара
 - d) Закон сохранения энергии
5. Для чего применяется ШИМ в системах управления исполнительными элементами?
- a) Для увеличения напряжения
 - b) Для регулирования мощности
 - c) Для преобразования сигналов
 - d) Для подключения к интернету
6. Какой метод управления позволяет точно регулировать положение и скорость?
- a) Открытое управление
 - b) Управление по замкнутому контуру
 - c) Случайное управление
 - d) Управление без датчиков
7. Какой драйвер чаще всего используется для управления шаговым двигателем?
- a) L298N
 - b) DRV8825
 - c) LM317
 - d) LM741
8. Какой параметр наиболее важен при выборе двигателя для манипулятора?
- a) Вес
 - b) Максимальная мощность
 - c) Момент инерции
 - d) Цвет проводов
9. Какой алгоритм управления обеспечивает высокую точность позиционирования?
- a) Программное управление
 - b) ПИД-регулирование
 - c) Автоматическое управление
 - d) Ручное управление
10. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на нагрев двигателя?
- a) Длина кабеля
 - b) Ток якоря
 - c) Цвет корпуса
 - d) 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

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

6.4.3. 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

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Обучающийся должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	Обучающийся должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	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.
Неудовлетворительно	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.

Шкала оценивания на зачете

Оценка	Критерии выставления оценки
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 готовится 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 демонстрирование 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 литература²**

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 литература³

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>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: интернет-ресурсы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

Интернет-ресурсы

URL: <https://www.IPRsmarthop.ru/> – электронно-библиотечная система IPRsmart.

Информационно-справочные и поисковые системы

Справочная правовая система «КонсультантПлюс»: <http://www.con-sultant.ru>

Современные профессиональные базы данных

URL:<http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование»

URL:<http://www.prlib.ru> – Президентская библиотека

URL:<http://www.rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека

URL:<http://elibrary.rsl.ru/> – сайт Российской государственной библиотеки (раздел «Электронная библиотека»)

URL:<http://elib.gnpbu.ru/> – сайт Научной педагогической электронной библиотеки им. К.Д. Ушинского

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Комплект лицензионного программного обеспечения

Операционная система "Атлант" - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Antivirus Business Edition договор № ИС00-006348 от 14.10.2022 г. (срок действия до 13.10.2025 г.)

Программное обеспечение «Мираполис» система вебинаров - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, от 27.06.2024 г., срок действия с 01.07.2024 по 31.07.2025 г.)

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 07.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2025 от 28.01.2025 г. (срок действия до 27.01.2026 г.)

Программное обеспечение отечественного производства:

Операционная система "Атлант" - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 07.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2025 от 28.01.2025 г. (срок действия до 27.01.2026 г.)

Электронно-библиотечная система:

Электронная библиотечная система (ЭБС): <http://www.iprbookshop.ru/>

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

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