

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.03.2026 23:20:01
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e9148301121e110c29ac176703985407



**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 2025г.

**Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОПРИВОД ГИРОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Направление подготовки
24.03.02 Системы управления движением и навигация
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов»**

Форма обучения: очная, очно-заочная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Электропривод гироскопических систем». Направление подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов» / В. Н. Назаров – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 24с.

Рабочая программа дисциплины высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 февраля 2018 г. № 72 (с изменениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021г.); Профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики:	<u>В. Н. Назаров, к. т. н.</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры систем управления движением и навигации 17.12.2025г., протокол №6

Заведующий кафедрой _____ /Е.А. Зибиров
(подпись)

Согласовано от библиотеки _____ / О. Е. Степкина
(подпись)

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электропривод гироскопических систем» является: обучение студентов основам применения электрических машин в системах управления различными объектами на летательных аппаратах, привитие навыков практического расчета и проектирования систем управления электроприводов.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: изучение характеристик, режимов функционирования и способов управления различными видами электродвигателей, методов синтеза систем управления электроприводов; формирование у студентов умений по выбору электродвигателя, анализу и синтезу электроприводов; приобретение навыков по расчету статических и динамических характеристик электродвигателей, проекторочному расчету системы управления электропривода, проведению моделирования работы электропривода.

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)
ПК-2	Способен разрабатывать математические модели узлов, модулей и приборов в составе систем управления движением и навигации	ПК-2.1 Знает методы построения математических моделей; Знает математические модели метрологического обеспечения узлов, модулей и приборов в составе систем управления движением и навигации; принципы построения систем ориентации и навигации; методы анализа и синтеза параметров систем управления движением и навигации ПК-2.2 Умеет проводить расчет параметров математических моделей; разрабатывать модели погрешностей навигационных систем; моделировать алгоритмы инерциальных систем ориентации и навигации; проводить расчет параметров систем управления движением и навигации ПК-2.3 Владеет навыками составления математических моделей и структурных схем; навыками проектирования систем управления движением и навигации

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электропривод гироскопических систем» изучается в 6 семестре, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов».

**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

на очно-заочной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
6 семестр							
5	180	12	12		120		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. Состав, классификация и требования к электроприводам	2	2	4			8
Тема 2. Конструкции двигателей постоянного тока.	2	2	4			8
Тема 3. Режимы работы и статические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	2	2	4			8
Тема 4. Динамические характеристики	2	2	4			8
Тема 5. Управление двигателем постоянного тока с независимым возбуждением	2	2	4			8
Тема 6. Энергетические характеристики двигателя постоянного тока	2	2	4			8
Тема 7. Статические и динамические характеристики асинхронного трехфазного двигателя	2	2	4			8

Тема 8. Способы управления асинхронным трехфазным двигателем	2	2	4			8
Тема 9. Преобразователи частоты.	2	4	4			10
Тема 10. Статические и динамические характеристики синхронного двигателя	2	4	4			10
Тема 11. Принцип работы и конструкция шаговых двигателей	2	4	4			10
Тема 12. Управление шаговым двигателем. Статические и динамические характеристики шаговых двигателей	2	4	4			10
Тема 13. Характеристики объектов регулирования	2	4	4			10
Тема 14. Поверхность предельных динамических состояний	2	4	4			10
Тема 15. Предельные колебания выходного вала привода	2	4	4			10
Тема 16. Выбор исполнительного двигателя и передаточного числа редуктора. Синтез системы управления электропривода. Системы автоматического управления электроприводов	2	4	4			10
экзамен					36	36
итого за 7 семестр	32	48	64		36	180

Очно-заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
6 семестр						
Тема 1. Состав, классификация и требования к электроприводам	1		7			8
Тема 2. Конструкции двигателей постоянного тока.	1		7			8
Тема 3. Режимы работы и статические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	1		7			8
Тема 4. Динамические характеристики	1		7			8
Тема 5. Управление двигателем постоянного тока с независимым возбуждением	1	1	7			9
Тема 6. Энергетические характеристики двигателя постоянного тока	1	1	7			9

Тема 7. Статические и динамические характеристики асинхронного трехфазного двигателя	1	1	7			9
Тема 8. Способы управления асинхронным трехфазным двигателем	1	1	7			9
Тема 9. Преобразователи частоты.	1	1	8			10
Тема 10. Статические и динамические характеристики синхронного двигателя	1	1	8			10
Тема 11. Принцип работы и конструкция шаговых двигателей	1	1	8			10
Тема 12. Управление шаговым двигателем. Статические и динамические характеристики шаговых двигателей	1	1	8			10
Тема 13. Характеристики объектов регулирования		1	8			9
Тема 14. Поверхность предельных динамических состояний		1	8			9
Тема 15. Предельные колебания выходного вала привода		1	8			9
Тема 16. Выбор исполнительного двигателя и передаточного числа редуктора. Синтез системы управления электропривода. Системы автоматического управления электроприводов		1	8			9
экзамен					36	36
итого за 7 семестр	12	12	120		36	180

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Тема 1. Состав, классификация и требования к электроприводам	Определение и функциональное назначение электропривода. Основные элементы электропривода: двигатель, преобразователь, органы управления, механическая передача. Классификация электроприводов по типу движения, регулированию, роду тока. Требования к электроприводам в системах управления движением и навигации (точность, быстродействие, надежность). Особенности применения в гироскопических системах.
Тема 2. Конструкции двигателей постоянного тока.	Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока. Основные узлы: якорь, статор, коллектор, щеточный механизм. Классификация ДПТ по способу возбуждения: независимое, параллельное, последовательное, смешанное. Области применения в системах управления и навигации.

Тема 3. Режимы работы и статические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	Режимы работы: двигательный, генераторный, противовключение, динамическое торможение. Механические и электромеханические характеристики. Влияние параметров на форму характеристик. Примеры использования в приводах точного позиционирования.
Тема 4. Динамические характеристики	Переходные процессы в двигателе постоянного тока. Временные и частотные характеристики. Постоянные времени цепи якоря и магнитной системы. Реакция на скачкообразное изменение напряжения и нагрузки.
Тема 5. Управление двигателем постоянного тока с независимым возбуждением	Способы регулирования скорости: изменение напряжения якоря, потока возбуждения. Использование тиристорных и транзисторных преобразователей. Замкнутые и разомкнутые системы управления. Особенности реализации в цифровых системах управления.
Тема 6. Энергетические характеристики двигателя постоянного тока	КПД двигателя, потери мощности. Рабочие характеристики: зависимость КПД, $\cos\varphi$, момента от нагрузки. Тепловые режимы работы: продолжительный, повторно-кратковременный. Расчет нагрева и охлаждения.
Тема 7. Статические и динамические характеристики асинхронного трехфазного двигателя	Устройство и принцип действия АД. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Статическая устойчивость. Переходные процессы при пуске и изменении нагрузки. Частотные характеристики.
Тема 8. Способы управления асинхронным трехфазным двигателем	Регулирование скорости: изменение частоты, числа полюсов, скольжения. Векторное управление, скалярное управление. Системы с обратной связью по скорости и положению. Применение в высокоточных системах.
Тема 9. Преобразователи частоты.	Назначение и классификация преобразователей частоты. Структура преобразователя: выпрямитель, фильтр, инвертор. ШИМ-управление. Применение в системах управления приводами БПЛА.
Тема 10. Статические и динамические характеристики синхронного двигателя	Устройство и принцип действия синхронного двигателя. ВАХ и угловая характеристика. Устойчивость и синхронизирующий момент. Переходные процессы при изменении нагрузки.
Тема 11. Принцип работы и конструкция шаговых двигателей	Виды шаговых двигателей: реактивные, магнитоэлектрические, гибридные. Принцип дискретного поворота ротора. Конструктивные особенности. Области применения в системах точного позиционирования.
Тема 12. Управление шаговым двигателем. Статические и динамические характеристики шаговых двигателей	Схемы управления: волновое, двухфазное, полушаговое, микрошаговое. Диаграммы коммутации обмоток. Моментные и частотные характеристики. Явления резонанса и способы их подавления.
Тема 13. Характеристики объектов регулирования	Понятие объекта регулирования в составе электропривода. Передаточные функции объекта. Временные и частотные характеристики. Линеаризация нелинейностей.
Тема 14. Поверхность предельных динамических состояний	Понятие предельных состояний. Фазовые портреты систем. Условия устойчивости и ограничения по

	перегрузке. Применение для анализа переходных процессов.
Тема 15. Предельные колебания выходного вала привода	Причины возникновения автоколебаний. Анализ устойчивости по критериям Найквиста, Ляпунова. Влияние зазора, люфта, трения. Способы демпфирования и компенсации.
Тема 16. Выбор исполнительного двигателя и передаточного числа редуктора. Синтез системы управления электропривода. Системы автоматического управления электроприводов	Методика выбора двигателя по моменту, скорости, мощности. Расчёт передаточного отношения редуктора. Синтез систем управления: П-, ПИ-, ПИД-регуляторы. Цифровые системы управления электроприводами. Интеграция в бортовые системы управления и навигации беспилотных аппаратов.

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. Состав, классификация и требования к электроприводам

1. Анализ структурных схем электроприводов.
2. Классификация по типу движения и регулированию.
3. Формулировка требований к приводам в составе гироскопических систем (точность, быстродействие, надежность).

Тема 2. Конструкции двигателей постоянного тока.

1. Изучение конструктивных особенностей ДПТ.
2. Определение функционального назначения основных узлов.
3. Сравнительный анализ различных типов возбуждения.

Тема 3. Режимы работы и статические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением

1. Построение механических и электромеханических характеристик.
2. Анализ влияния изменения напряжения и нагрузки на характеристики.
3. Расчёт параметров для заданных условий работы.

Тема 4. Динамические характеристики

1. Построение переходных процессов при пуске и изменении нагрузки.
2. Определение времени переходного процесса и перерегулирования.
3. Исследование влияния инерционности якорной цепи.

Тема 5. Управление двигателем постоянного тока с независимым возбуждением

1. Моделирование систем управления скоростью и положением.
2. Расчёт параметров регуляторов (П, ПИ, ПИД).
3. Анализ влияния обратных связей на устойчивость и точность.

Тема 6. Энергетические характеристики двигателя постоянного тока

1. Расчёт КПД при различных нагрузках.
2. Определение потерь мощности и теплового режима.
3. Выбор оптимального режима работы по энергоэффективности.

Тема 7. Статические и динамические характеристики асинхронного трехфазного двигателя

1. Построение механической характеристики АД.
2. Исследование устойчивости при изменении нагрузки.
3. Анализ переходных процессов при пуске и торможении.

Тема 8. Способы управления асинхронным трехфазным двигателем

1. Моделирование систем скалярного и векторного управления.
2. Расчёт параметров преобразователя частоты.
3. Анализ качества регулирования скорости и момента.

Тема 9. Преобразователи частоты.

1. Изучение структуры и принципа действия преобразователей.
2. Моделирование ШИМ-модуляции.
3. Анализ влияния параметров на форму выходного напряжения.

Тема 10. Статические и динамические характеристики синхронного двигателя

1. Построение угловой и моментной характеристики.
2. Исследование устойчивости при изменении нагрузки.
3. Анализ переходных процессов при сбросе/броске нагрузки.

Тема 11. Принцип работы и конструкция шаговых двигателей

1. Изучение конструкции и принципа дискретного поворота ротора.
2. Сравнение видов шаговых двигателей (реактивные, магнитоэлектрические, гибридные).
3. Расчёт шага и разрешающей способности.

Тема 12. Управление шаговым двигателем.

Статические и динамические характеристики шаговых двигателей

1. Моделирование схем управления: волновое, двухфазное, микрошаговое.
2. Построение моментно-частотных характеристик.
3. Анализ явлений резонанса и методов их подавления.

Тема 13. Характеристики объектов регулирования

1. Построение передаточных функций объектов.
2. Линеаризация нелинейностей.
3. Анализ временных и частотных характеристик.

Тема 14. Поверхность предельных динамических состояний

1. Построение фазовых портретов систем.
2. Определение границ устойчивости и допустимых режимов.
3. Анализ перегрузочных способностей привода.

Тема 15. Предельные колебания выходного вала привода

1. Исследование автоколебаний в замкнутых системах.
2. Анализ влияния люфтов, зазоров и трения.
3. Подавление колебаний с помощью демпфирования и коррекции.

**Тема 16. Выбор исполнительного двигателя и передаточного числа редуктора.
Синтез системы управления электропривода.**

Системы автоматического управления электроприводов

1. Выбор двигателя по моменту, скорости и мощности.
2. Расчёт передаточного отношения редуктора.
3. Синтез цифровой системы управления (ПИД-регулятор).
4. Интеграция в бортовые системы управления БПЛА.

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. Состав, классификация и требования к электроприводам	<ul style="list-style-type: none"> - 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. Конструкции двигателей постоянного тока.	
Тема 3. Режимы работы и статические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	
Тема 4. Динамические характеристики	
Тема 5. Управление двигателем постоянного тока с независимым возбуждением	<ul style="list-style-type: none"> - 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 6. Энергетические характеристики двигателя постоянного тока	
Тема 7. Статические и динамические характеристики асинхронного трехфазного двигателя	
Тема 8. Способы управления асинхронным трехфазным двигателем	
Тема 9. Преобразователи частоты.	<ul style="list-style-type: none"> - 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;
Тема 10. Статические и динамические характеристики синхронного двигателя	
Тема 11. Принцип работы и конструкция шаговых двигателей	
Тема 12. Управление шаговым двигателем.	

Статические и динамические характеристики шаговых двигателей	- участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 13. Характеристики объектов регулирования	
Тема 14. Поверхность предельных динамических состояний	
Тема 15. Предельные колебания выходного вала привода	
Тема 16. Выбор исполнительного двигателя и передаточного числа редуктора. Синтез системы управления электропривода. Системы автоматического управления электроприводов	

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль электропривода в обеспечении точности гироскопических систем.
2. Современные тенденции развития электроприводов для авиационных и космических систем.
3. Сравнительный анализ двигателей постоянного и переменного тока в составе приводов летательных аппаратов.
4. Особенности применения двигателей постоянного тока с независимым возбуждением в системах ориентации.
5. Динамические характеристики электропривода и их влияние на устойчивость систем управления.
6. Энергоэффективность электроприводов в условиях ограниченного энергопитания БПЛА.
7. Влияние инерционных свойств на быстродействие электропривода гироскопических платформ.
8. Управление скоростью двигателя постоянного тока в замкнутых системах автоматического регулирования.
9. Анализ переходных процессов в электроприводе при скачкообразном изменении нагрузки.
10. Проблемы перегрева и способы терморегулирования в бортовых электроприводах.
11. Статические характеристики асинхронного двигателя и их применение в приводах стабилизации.
12. Преимущества и недостатки векторного управления асинхронным двигателем в системах БПЛА.
13. Роль преобразователей частоты в повышении эффективности электромеханических систем.
14. Особенности работы синхронных двигателей в условиях переменной нагрузки.
15. Применение шаговых двигателей в системах точного позиционирования гироскопов.
16. Сравнительный анализ способов управления шаговым двигателем: микрошаговое, волновое и двухфазное.
17. Методы подавления резонансных явлений в приводах на основе шаговых двигателей.
18. Понятие объекта регулирования в системе управления электроприводом.
19. Поверхность предельных состояний как инструмент анализа устойчивости привода.
20. Причины возникновения автоколебаний в электроприводах и пути их устранения.
21. Влияние люфтов и трения на динамику выходного вала привода.
22. Подходы к выбору исполнительного двигателя в условиях ограничений по массе и габаритам.
23. Оптимизация передаточного числа редуктора в зависимости от требований к моменту и скорости.
24. Синтез цифровой системы управления электроприводом на примере ПИД-регулятора.

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

25. Интеграция современных электроприводов в бортовые системы управления и навигации беспилотных летательных аппаратов.

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
Тема 1. Состав, классификация и требования к электроприводам	Изучить структуру типового электропривода. Нарисовать функциональную схему. Привести примеры электроприводов в системах управления БПЛА. Классифицировать электроприводы по виду движения, роду тока, способу регулирования. Сформулировать основные технические требования к приводам в гироскопических системах (точность, быстродействие, массогабариты).
Тема 2. Конструкции двигателей постоянного тока.	Вычертить конструктивную схему двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Описать назначение каждого узла: якорь, коллектор, щетки, статор. Привести классификацию ДПТ по способу возбуждения. Указать преимущества и недостатки двигателей постоянного тока.
Тема 3. Режимы работы и статические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	Построить естественную механическую и электромеханическую характеристики. Объяснить особенности режимов: двигательный, рекуперативное торможение, противовключение, динамическое торможение. Привести примеры использования разных режимов в реальных системах.
Тема 4. Динамические характеристики	Записать уравнения динамики двигателя постоянного тока. Построить переходную характеристику при скачке напряжения. Определить постоянные времени цепи якоря и инерционности ротора. Объяснить влияние параметров на время переходного процесса.
Тема 5. Управление двигателем постоянного тока с независимым возбуждением	Привести схемы управления с использованием ШИМ. Рассчитать передаточную функцию разомкнутой и замкнутой систем. Привести примеры цифровых систем управления приводом.
Тема 6. Энергетические характеристики двигателя постоянного тока	Рассчитать КПД двигателя при различных нагрузках. Построить графики зависимости КПД и потерь от момента. Объяснить причины нагрева двигателя и методы его охлаждения. Рассчитать допустимое время работы в повторно-кратковременном режиме.
Тема 7. Статические и динамические характеристики асинхронного трехфазного двигателя	Построить естественную механическую характеристику АД. Определить критическое скольжение и максимальный момент. Записать уравнения динамики АД. Объяснить поведение двигателя при резком изменении нагрузки.
Тема 8. Способы управления асинхронным трехфазным двигателем	Изучить принципы скалярного и векторного управления. Привести схему частотного регулирования скорости. Объяснить устройство и работу системы с обратной связью по скорости. Подобрать преобразователь частоты под заданный двигатель.

Тема 9. Преобразователи частоты.	Изучить структуру преобразователя частоты. Привести временные диаграммы работы ШИМ-инвертора. Объяснить влияние формы выходного напряжения на работу двигателя. Рассчитать параметры фильтра на выходе преобразователя.
Тема 10. Статические и динамические характеристики синхронного двигателя	Построить угловую характеристику синхронного двигателя. Объяснить явление выпадения из синхронизма. Определить условия устойчивой работы двигателя. Проанализировать переходный процесс при изменении нагрузки.
Тема 11. Принцип работы и конструкция шаговых двигателей	Описать принцип дискретного вращения ротора. Привести конструктивные особенности реактивного, магнитоэлектрического и гибридного двигателей. Рассчитать шаговый угол для заданного двигателя. Привести примеры применения в системах точного позиционирования.
Тема 12. Управление шаговым двигателем. Статические и динамические характеристики шаговых двигателей	Разработать схему коммутации обмоток для микрошагового управления. Построить зависимость момента от частоты вращения. Объяснить явления резонанса и методы их подавления. Рассчитать максимальную скорость без потери шагов.
Тема 13. Характеристики объектов регулирования	Определить передаточную функцию объекта по экспериментальным данным. Построить временные и частотные характеристики объекта. Линеаризовать нелинейную зависимость «вход–выход». Привести примеры объектов с запаздыванием.
Тема 14. Поверхность предельных динамических состояний	Построить фазовый портрет системы второго порядка. Определить область устойчивости по коэффициентам системы. Объяснить влияние внешних возмущений на предельные состояния.
Тема 15. Предельные колебания выходного вала привода	Исследовать автоколебания в системе с люфтом или трением. Применить критерий Найквиста для оценки устойчивости. Рассчитать параметры компенсационного контура. Привести методы демпфирования колебаний.
Тема 16. Выбор исполнительного двигателя и передаточного числа редуктора. Синтез системы управления электропривода. Системы автоматического управления электроприводов	Выбрать двигатель по моменту, мощности и скорости для заданного механизма. Рассчитать оптимальное передаточное число редуктора. Спроектировать ПИ-регулятор скорости. Реализовать модель электропривода в Simulink с цифровым управлением.

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
ПК-2 Способен разрабатывать математические модели узлов, модулей и приборов в составе систем управления движением и навигации		
ПК-2.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-2.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-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. Основные элементы электропривода: двигатель, преобразователь, передаточный механизм, система управления.
2. Классификация электроприводов по типу движения, регулированию, источнику питания.
3. Требования к электроприводам в составе гироскопических систем: точность, быстродействие, надежность, массогабаритные показатели.
4. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока.
5. Конструктивные особенности основных узлов: якорь, статор, коллектор, щетки.
6. Классификация двигателей постоянного тока по способу возбуждения: независимое, параллельное, последовательное, смешанное.
7. Режимы работы двигателя: двигательный, генераторный, противовключение, динамическое торможение.
8. Механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
9. Влияние параметров цепи якоря и возбуждения на форму характеристик.
10. Переходные процессы в двигателе постоянного тока при пуске и изменении нагрузки.
11. Постоянные времени электромагнитной и электромеханической цепей.
12. Частотные и временные характеристики электродвигателя как звена системы управления.
13. Способы регулирования скорости: изменение напряжения якоря, потока возбуждения.
14. Использование полупроводниковых преобразователей в системах управления.
15. Принципы построения замкнутых систем регулирования скорости и положения.
16. Расчёт коэффициента полезного действия двигателя при различных режимах работы.
17. Тепловые режимы работы двигателя: продолжительный, повторно-кратковременный.
18. Баланс мощностей и основные виды потерь в двигателе постоянного тока.
19. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.
20. Механическая и электромеханическая характеристики асинхронного двигателя.
21. Переходные процессы при пуске и изменении нагрузки.
22. Скалярное и векторное управление асинхронным двигателем.
23. Регулирование скорости изменением частоты, числа полюсов и скольжения.
24. Особенности реализации систем управления с обратной связью.
25. Назначение и функциональная структура преобразователя частоты.
26. Принцип работы выпрямителя, фильтра и инвертора.
27. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и её влияние на качество выходного напряжения.
28. Устройство и принцип действия синхронного двигателя.
29. Угловая и моментная характеристика синхронного двигателя.

30. Анализ устойчивости и переходных процессов при изменении нагрузки.
31. Классификация шаговых двигателей: реактивные, магнитоэлектрические, гибридные.
32. Принцип дискретного поворота ротора под действием коммутируемых обмоток.
33. Конструктивные особенности и разрешающая способность шаговых двигателей.
34. Способы управления: волновое, двухфазное, микрошаговое.
35. Моментно-частотные характеристики шагового двигателя.
36. Причины возникновения резонанса и методы его подавления.
37. Понятие объекта регулирования в системе управления приводом.
38. Передаточные функции и временные характеристики объектов.
39. Линеаризация нелинейных элементов в системах управления.
40. Фазовые портреты и анализ поведения систем в условиях внешних воздействий.
41. Границы допустимой нагрузки и устойчивости привода.
42. Предельные динамические состояния и их влияние на работоспособность системы.
43. Причины возникновения автоколебаний в системах управления приводом.
44. Влияние люфтов, зазоров и трения на динамику привода.
45. Методы демпфирования и коррекции для подавления паразитных колебаний.
46. Методика выбора двигателя по моменту, скорости и мощности.
47. Расчёт передаточного числа редуктора в зависимости от требований к нагрузке и скорости.
48. Принципы синтеза систем управления: П-, ПИ-, ПИД-регуляторы.
49. Особенности реализации цифровых систем управления электроприводами в бортовых комплексах.

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
ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какой элемент не входит в состав типового электропривода? <ol style="list-style-type: none"> А) Двигатель Б) Преобразователь В) Редуктор Г) Блок питания солнечной батареи 2. Какой из перечисленных признаков не является основанием для классификации электроприводов? <ol style="list-style-type: none"> А) Тип движения Б) Род тока В) Наличие регулирования Г) Цвет корпуса 3. Какой узел двигателя постоянного тока обеспечивает коммутацию тока в обмотках якоря? <ol style="list-style-type: none"> А) Статор Б) Коллектор В) Подшипник Г) Корпус 4. Какой тип возбуждения используется в двигателях с отдельным источником питания обмотки возбуждения? <ol style="list-style-type: none"> А) Независимое Б) Параллельное В) Последовательное Г) Смешанное 5. В каком режиме двигатель работает как генератор, отдавая энергию в сеть?

- А) Двигательный
 - Б) Генераторный
 - В) Противовключение
 - Г) Динамическое торможение
6. Какая характеристика определяет зависимость скорости от момента при постоянном напряжении?
- А) Электромеханическая
 - Б) Механическая
 - В) Частотная
 - Г) Тепловая
7. Какой параметр определяет инерционность якорной цепи двигателя?
- А) Момент инерции
 - Б) Постоянная времени якоря
 - В) Коэффициент усиления
 - Г) КПД
8. Какой график используется для анализа переходного процесса?
- А) Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика
 - Б) Переходная функция
 - В) Фазовый портрет
 - Г) Амплитудно-фазовая характеристика
9. Какой способ регулирования скорости применяется чаще всего в замкнутых системах?
- А) Изменение сопротивления якоря
 - Б) Изменение напряжения якоря
 - В) Изменение потока возбуждения
 - Г) Переключение обмоток
10. Какой преобразователь используется для управления скоростью двигателя постоянного тока?
- А) Диодный выпрямитель
 - Б) ШИМ-преобразователь
 - В) Инвертор напряжения
 - Г) Автотрансформатор
11. Что характеризует коэффициент полезного действия двигателя?
- А) Отношение входной мощности к выходной
 - Б) Отношение полезной мощности к потребляемой
 - В) Отношение тепловых потерь к полной мощности
 - Г) Отношение частоты вращения к моменту
12. Какой тепловой режим предполагает длительную работу без перегрева?
- А) Продолжительный
 - Б) Повторно-кратковременный
 - В) Кратковременный
 - Г) Циклический
13. Какой параметр асинхронного двигателя определяет скольжение?
- А) Разница между синхронной и номинальной скоростью
 - Б) Относительная разница между частотой сети и скоростью ротора
 - В) Максимальный момент
 - Г) Ток холостого хода
14. Какой метод управления позволяет независимо регулировать магнитный поток и момент?
- А) Скалярное
 - Б) Векторное
 - В) Частотное

	<p>Г) Амплитудное</p> <p>15. Какой узел преобразователя частоты служит для формирования переменного напряжения нужной частоты?</p> <p>А) Выпрямитель Б) Фильтр В) Инвертор Г) Трансформатор</p> <p>16. Какой принцип лежит в основе регулирования напряжения в преобразователе частоты?</p> <p>А) Амплитудная модуляция Б) Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) В) Частотная модуляция Г) Импульсная модуляция</p> <p>17. Какой тип шагового двигателя обладает наибольшей точностью позиционирования?</p> <p>А) Реактивный Б) Магнитоэлектрический В) Гибридный Г) Синхронный</p> <p>18. Какой способ управления позволяет увеличить разрешающую способность шагового двигателя?</p> <p>А) Волновое Б) Двухфазное В) Микрошаговое Г) Однофазное</p> <p>19. Что представляет собой объект регулирования в системе управления электроприводом?</p> <p>А) Только двигатель Б) Только редуктор В) Комбинацию двигателя, передачи и нагрузки Г) Только систему управления</p> <p>20. Какой фактор наиболее сильно влияет на появление автоколебаний в электроприводе?</p> <p>А) Температура окружающей среды Б) Люфты и трение в механической передаче В) Напряжение питания Г) Масса подвижных частей</p>
--	--

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: <ul style="list-style-type: none">- 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: <ul style="list-style-type: none">- 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: <ul style="list-style-type: none">- 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: <ul style="list-style-type: none">- 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 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 литература²

1. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод: учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев; под редакцией Р. Ф. Бекишева. — 3-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 223 с. — ISBN 978-5-4497-1278-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147320.html>
2. Муконин, А. К. Основы теории электроприводов: учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 170 с. — ISBN 978-5-4497-1136-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108321.html>

Дополнительная литература³

1. Безик, В. А. Автоматизированное управление электроприводом: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ на стенде НТЦ-02 / В. А. Безик. — Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. — 48 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/138211.html>
2. Теория электропривода. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / Н. А. Воронина, С. М. Семенов, Ю. Н. Дементьев, Ю. С. Боровиков. — 2-е изд. — Томск: Томский политехнический университет, 2022. — 136 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134362.html>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении 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:

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/>

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

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