

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.07.2025 20:59:29
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e09483051e2f5b0c29ac176079875407



**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
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ**

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

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

Форма обучения: очная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Технические средства навигации и управления движением». Направление подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов» / Р. М. Байгулов – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 20с.

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>Р. М. Байгулов, 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 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 «Технические средства навигации и управления движением» является: формирование у обучающихся знаний по устройству и принципам действия технических средств навигации и управления движением различных типов, их технических характеристик и особенностей конструкций; умений технически грамотно и обоснованно выбирать соответствующий поставленной задаче элемент, рассчитывать его основные характеристики, правильно использовать его при эксплуатации.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: изучение типовых технических средств навигации и управления движением; формирование навыков идентификации, качественного и количественного анализа, математического моделирования типовых технических средств навигации и управления движением; формирование навыков выбора технических средств навигации и управления движением для конкретных условий применения, построения динамических моделей элементов и определения их параметров по результатам анализа процесса функционирования, нагрузочным характеристикам, экспериментальным данным и т.д.

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 «Технические средства навигации и управления движением» изучается в 7 семестре, относится к модулю «Элективные дисциплины» обязательной части 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
7 семестр							
3	108	16	16		72		4 Зачет

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
7 семестр						
Тема 1. Основные технические средства и их классификация. Физические основы работы технических средств. Статические и динамические характеристики.	2	2	9			13
Тема 2. Основные методы измерения и измерительные схемы	2	2	9			13
Тема 3. Потенциометрические датчики. Электромагнитные датчики.	2	2	9			13
Тема 4. Тензометрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Емкостные датчики. Магнитометрические датчики.	2	2	9			13
Тема 5. Терморезисторы. Фотоэлектрические датчики. Ультразвуковые датчики.	2	2	9			13
Тема 6. Электромагнитные датчики момента.	2	2	9			13
Тема 7. Контактные и бесконтактные сельсины	2	2	9			13
Тема 8. Исполнительный асинхронный микродвигатель с полым ротором.	2	2	9			13
зачет					4	4
итого за 7 семестр	16	16	72		4	108

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Тема 1. Основные технические средства и их классификация. Физические основы работы технических средств. Статические и динамические характеристики.	Классификация технических средств в системах навигации и управления. Общая структура измерительных и исполнительных устройств. Физические принципы действия основных типов датчиков и приводов. Понятие статической и динамической характеристик. Передаточные функции, чувствительность, погрешности, линейность. Примеры использования в бортовых системах БПЛА.
Тема 2. Основные методы измерения и измерительные схемы	Прямое и косвенное измерение физических величин. Методы сравнения: нулевой, дифференциальный, замещения. Мостовые измерительные схемы (уравновешенные и неуравновешенные). Компенсационные методы измерений. Измерение напряжения, тока, сопротивления, емкости, индуктивности. Анализ погрешностей измерительных цепей. Применение в системах контроля параметров движения и состояния БПЛА.
Тема 3. Потенциометрические датчики. Электромагнитные датчики.	Устройство и принцип действия потенциометрических датчиков. Линейные и угловые датчики перемещения. Достоинства и недостатки: износ, шум, точность. Электромагнитные датчики: индукционные, магнитоиндукционные, резистивные. Принцип работы, конструктивные особенности. Применение в системах определения угла поворота, скорости, положения.
Тема 4. Тензометрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Емкостные датчики. Магнитометрические датчики.	Тензометрические датчики: принцип действия, конструкции, применение для измерения деформаций и усилий. Пьезоэлектрические датчики: измерение давления, ускорения, вибраций. Емкостные датчики: измерение перемещений, уровня, влажности. Магнитометрические датчики: измерение магнитного поля, компасы. Сравнительный анализ точностных характеристик, диапазонов измерений, условий эксплуатации. Использование в системах стабилизации и навигации БПЛА.
Тема 5. Терморезисторы. Фотоэлектрические датчики. Ультразвуковые датчики.	Терморезисторы: термисторы, позисторы, измерение температуры. Фотоэлектрические датчики: фотодиоды, фототранзисторы, оптопары. Принцип работы и области применения: световые барьеры, измерение освещенности, обнаружение объектов. Ультразвуковые датчики: принцип эхолокации, измерение расстояния, обнаружение препятствий. Применение в системах автономного управления и навигации БПЛА. Интеграция с цифровыми системами управления.
Тема 6. Электромагнитные датчики момента.	Конструктивные особенности электромагнитных датчиков момента. Принцип действия: взаимодействие магнитных полей при передаче крутящего момента. Измерение момента вращения в приводах и двигателях. Применение в системах управления движением и стабилизации БПЛА. Связь с системой регулирования скорости и положения.
Тема 7. Контактные и бесконтактные сельсины	Назначение и классификация сельсинов. Устройство и принцип работы контактных и бесконтактных сельсинов.

	Сельсинные передачи: индикаторные, трансформаторные, дифференциальные. Синхронная передача угловых координат. Применение в системах управления антеннами, платформами, органами управления БПЛА.
Тема 8. Исполнительный асинхронный микродвигатель с полым ротором.	Общее устройство и принцип действия асинхронного микродвигателя. Особенности конструкции с полым ротором: малый момент инерции, высокая скорость реакции. Работа в составе следящих систем и систем автоматического управления. Управление скоростью и направлением вращения. Применение в приводах систем наведения, стабилизации, ориентации БПЛА. Преимущества и недостатки по сравнению с другими типами приводов.

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. Основные технические средства и их классификация. Физические основы работы технических средств. Статические и динамические характеристики.

1. Классификация технических средств: датчики, исполнительные устройства, преобразователи.
2. Анализ физических принципов действия различных типов датчиков.
3. Расчёт статической характеристики (линейная, нелинейная) для различных датчиков.
4. Построение передаточных функций простейших устройств.
5. Исследование динамических характеристик: инерционность, время реакции, частотный диапазон.

Тема 2. Основные методы измерения и измерительные схемы

1. Сравнение прямых и косвенных методов измерения.
2. Расчёт погрешностей измерений при использовании разных методов.
3. Моделирование уравновешенного и неуравновешенного моста Уитстона.
4. Расчёт компенсационной цепи для измерения напряжения или температуры.
5. Анализ влияния шумов и помех на точность измерений.

Тема 3. Потенциометрические датчики. Электромагнитные датчики

1. Расчёт выходного напряжения потенциометрического датчика при линейном и угловом перемещении.
2. Оценка погрешности от дискретности и износа контактов.
3. Расчёт выходного сигнала электромагнитного датчика (ЭДС) при изменении скорости или угла поворота.
4. Построение зависимости выходного сигнала от параметров конструкции датчика.
5. Применение датчиков положения и скорости в системах управления БПЛА.

Тема 4. Тензометрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Емкостные датчики.

Магнитометрические датчики

1. Расчёт изменения сопротивления тензорезистора при деформации.
2. Включение тензодатчика в мостовую схему. Расчёт выходного напряжения.
3. Определение ускорения по сигналу пьезоэлектрического датчика.
4. Расчёт ёмкости емкостного датчика при изменении расстояния между пластинами.
5. Измерение магнитного поля с помощью магнитометра. Определение направления движения.

Тема 5. Терморезисторы. Фотоэлектрические датчики. Ультразвуковые датчики

1. Расчёт зависимости сопротивления терморезистора от температуры.
2. Включение терморезистора в измерительную цепь (делитель напряжения).
3. Анализ работы фотоэлектрического датчика в режиме прерывания светового потока.
4. Расчёт расстояния до объекта по времени задержки ультразвукового сигнала.
5. Проектирование системы обнаружения препятствий на основе ультразвуковых датчиков.

Тема 6. Электромагнитные датчики момента

1. Расчёт крутящего момента по сигналу датчика.
2. Анализ зависимости выходного сигнала от нагрузки на валу.
3. Подключение датчика момента к системе управления двигателем.
4. Применение датчика момента в приводах стабилизации БПЛА.

Тема 7. Контактные и бесконтактные сельсины

1. Анализ синхронной передачи угла между двумя сельсинами.
2. Расчёт погрешности передачи угла в контактных и бесконтактных сельсинах.
3. Включение сельсинов в систему слежения за направлением антенны или платформы.
4. Сравнение надёжности и точности разных типов сельсинов.

Тема 8. Исполнительный асинхронный микродвигатель с полым ротором

1. Анализ механической характеристики двигателя.
2. Расчёт скорости вращения и момента на валу в зависимости от нагрузки.
3. Управление направлением и скоростью вращения микродвигателя.
4. Применение микродвигателя в приводах систем наведения и стабилизации БПЛА.
5. Сравнение асинхронного микродвигателя с другими типами приводов (шаговый, DC-двигатель).

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. Основные технические средства и их классификация. Физические основы работы технических средств. Статические и динамические характеристики.	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;

Тема 2. Основные методы измерения и измерительные схемы	- выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 3. Потенциометрические датчики. Электромагнитные датчики.	
Тема 4. Тензометрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Емкостные датчики. Магнитометрические датчики.	
Тема 5. Терморезисторы. Фотоэлектрические датчики. Ультразвуковые датчики.	
Тема 6. Электромагнитные датчики момента.	
Тема 7. Контактные и бесконтактные сельсины	
Тема 8. Исполнительный асинхронный микродвигатель с полым ротором.	

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль технических средств в обеспечении точности систем управления БПЛА.
2. Эволюция датчиков в авиационной и космической технике.
3. Сравнительный анализ аналоговых и цифровых датчиков в системах навигации.
4. Проблемы совместимости различных типов датчиков в единой системе управления.
5. Влияние внешней среды на работу технических средств (температура, вибрации, электромагнитные помехи).
6. Перспективы применения MEMS-датчиков в беспилотных системах.
7. Значение статических и динамических характеристик датчиков для управления движением.
8. Какие датчики наиболее важны для системы вертикального взлёта и посадки БПЛА
9. Применение тензометрических датчиков в измерении нагрузок на конструкцию БПЛА.
10. Использование пьезоэлектрических датчиков для регистрации вибраций в летательных аппаратах.
11. Ультразвуковые датчики как инструмент ближней навигации и обнаружения препятствий.
12. Почему магнитометры важны для определения направления движения БПЛА
13. Терморезисторы в системах контроля температурного режима бортового оборудования.
14. Фотоэлектрические датчики в системах автоматического управления освещением и ориентации.
15. Применение сельсинов в современных системах управления антеннами БПЛА.
16. Преимущества и недостатки контактных и бесконтактных датчиков положения.
17. Роль датчиков момента в управлении приводами рулевых поверхностей.
18. Асинхронный микродвигатель с полым ротором: почему он используется в высокоточных системах?
19. Сравнение исполнительных двигателей в приводах систем стабилизации.
20. Как выбрать оптимальное техническое средство для конкретной задачи управления
21. Ошибки измерений и их влияние на точность автономной навигации.
22. Современные измерительные схемы и их роль в повышении надёжности систем управления.
23. Интеграция датчиков в состав комплексных систем управления и навигации.
24. Этические и экологические аспекты использования технических средств в авиации.
25. Будущее технических средств: искусственный интеллект и самонастраивающиеся датчики.

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

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
Тема 1. Основные технические средства и их классификация. Физические основы работы технических средств. Статические и динамические характеристики.	Выполнить классификацию технических средств по назначению, принципу действия, физическим эффектам. Привести примеры применения датчиков и исполнительных механизмов в системах БПЛА. Построить статическую характеристику (в табличном и графическом виде) для заданного типа датчика.
Тема 2. Основные методы измерения и измерительные схемы	Сравнить прямые и косвенные методы измерения физических величин, привести примеры. Рассчитать выходное напряжение уравновешенного моста Уитстона при изменении одного сопротивления. Выполнить расчет неуравновешенного моста с тензодатчиком. Спроектировать простую компенсационную схему измерения напряжения.
Тема 3. Потенциометрические датчики. Электромагнитные датчики.	Рассчитать выходное напряжение потенциометрического датчика при заданном перемещении. Оценить погрешность измерения из-за дискретности и износа контактного слоя. Рассчитать ЭДС электромагнитного датчика при заданной скорости вращения. Построить зависимость выходного сигнала от частоты вращения датчика.
Тема 4. Тензометрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Емкостные датчики. Магнитометрические датчики.	Рассчитать изменение сопротивления тензорезистора при заданной деформации. Включить тензодатчик в мостовую схему и рассчитать выходное напряжение. Определить ускорение по сигналу пьезоэлектрического датчика. Рассчитать ёмкость емкостного датчика при изменении расстояния между пластинами.
Тема 5. Терморезисторы. Фотоэлектрические датчики. Ультразвуковые датчики.	Рассчитать сопротивление терморезистора при различных температурах. Включить терморезистор в делитель напряжения и рассчитать выходное напряжение. Описать работу фотоэлектрического датчика в режиме контроля светового барьера.
Тема 6. Электромагнитные датчики момента.	Рассчитать крутящий момент по выходному сигналу датчика. Построить график зависимости выходного напряжения от нагрузки на валу двигателя. Подключить датчик момента к измерительному усилителю и выполнить расчёт усиления. Привести пример использования датчика момента в приводе рулевой поверхности БПЛА.

Тема 7. Контактные и бесконтактные сельсины	Выполнить синхронный обмен угловыми координатами между двумя сельсинами. Рассчитать погрешность передачи угла в контактной и бесконтактной сельсинной системе. Спроектировать систему управления антенной БПЛА с использованием сельсинов. Сравнить надёжность и точность контактных и бесконтактных сельсинов в условиях эксплуатации.
Тема 8. Исполнительный асинхронный микродвигатель с полым ротором.	Построить механическую характеристику асинхронного микродвигателя. Рассчитать скорость вращения и момент на валу при заданной нагрузке. Описать процесс управления направлением и скоростью вращения микродвигателя.

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 зачету)

1. Классификация технических средств систем управления и навигации.
2. Основные физические принципы работы технических средств.
3. Статические характеристики датчиков и их анализ.
4. Динамические характеристики технических средств измерения.
5. Понятие чувствительности, линейности и погрешности измерений.
6. Прямые и косвенные методы измерения физических величин.
7. Мостовые схемы измерений и их применение.
8. Уравновешенный и неуравновешенный мост Уитстона.

9. Компенсационные методы измерений и их преимущества.
10. Потенциометрические датчики: устройство, принцип действия, применение.
11. Электромагнитные датчики: конструктивные особенности и области применения.
12. Расчёт выходного сигнала потенциометрического датчика при перемещении.
13. Тензометрические датчики: принцип действия и использование в системах БПЛА.
14. Включение тензорезистора в мостовую схему.
15. Пьезоэлектрические датчики: физический принцип работы и применение.
16. Емкостные датчики: устройство, принцип действия, примеры использования.
17. Магнитометрические датчики: назначение и применение в системах навигации.
18. Терморезисторы: виды, температурная зависимость сопротивления.
19. Фотоэлектрические датчики: типы, принцип работы, применение.
20. Ультразвуковые датчики: принцип эхолокации и применение в БПЛА.
21. Датчики момента: электромагнитный принцип измерения крутящего момента.
22. Сельсины: контактные и бесконтактные, назначение и работа.
23. Исполнительный асинхронный микродвигатель с полым ротором: устройство и принцип действия.
24. Управление скоростью и направлением вращения микродвигателя.
25. Сравнение различных типов исполнительных двигателей в приводах БПЛА.
26. Интеграция датчиков в комплексные системы управления и навигации.
27. Влияние внешних факторов на работу технических средств.
28. Перспективы развития технических средств навигации и управления движением.

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	1. Какой из перечисленных датчиков используется для измерения линейного или углового перемещения? a) Терморезистор b) Пьезоэлектрический датчик c) Потенциометрический датчик d) Фотодиод 2. Что характеризует статическая характеристика датчика? a) Зависимость выходного сигнала от времени b) Зависимость входного сигнала от нагрузки c) Зависимость выходного сигнала от входной величины в установившемся режиме d) Скорость реакции на изменение входного параметра 3. Какой тип сельсинов не имеет скользящих контактов? a) Индикаторные b) Бесконтактные c) Контактные d) Дифференциальные 4. Для чего применяется мост Уитстона в измерительных схемах? a) Для измерения напряжения b) Для увеличения мощности c) Для повышения точности измерения малых изменений сопротивления d) Для преобразования частоты 5. Какой физический эффект используется в тензометрических датчиках? a) Изменение ёмкости при деформации

	b) Изменение сопротивления при деформации c) Генерация заряда при механическом воздействии d) Изменение индуктивности 6. Какой датчик наиболее подходит для измерения ускорения? a) Термопара b) Акселерометр на пьезоэлементе c) Потенциометр d) Емкостной датчик уровня 7. На каком принципе работают ультразвуковые датчики расстояния? a) Эффект Холла b) Принцип эхолокации c) Магнитоиндукционный эффект d) Оптическая интерференция 8. Какое устройство позволяет передавать угловые координаты без электрического контакта? a) Потенциометр b) Сельсин c) Инкрементальный энкодер d) Реостат 9. Какой параметр определяет быстродействие датчика? a) Чувствительность b) Время реакции c) Линейность d) Диапазон измерений 10. Какой двигатель обладает минимальным моментом инерции ротора? a) Шаговый двигатель b) Коллекторный двигатель c) Асинхронный микродвигатель с полым ротором d) Постоянного тока (DC) 11. Что такое компенсационный метод измерения? a) Метод, в котором измеряемая величина сравнивается с эталонной b) Метод, в котором измеряемая величина преобразуется в напряжение c) Метод, в котором сигнал усиливается до максимального значения d) Метод, в котором используется цифровая обработка сигнала 12. Какой датчик используется для измерения напряженности магнитного поля? a) Терморезистор b) Магнитометр c) Пьезоэлектрический акселерометр d) Фототранзистор 13. Какой тип датчика обеспечивает высокую точность измерения температуры? a) Термопара b) Терморезистор c) Пьезоэлектрический датчик d) Потенциометр 14. Какой из перечисленных методов относится к прямым измерениям? a) Измерение массы через измерение силы b) Измерение температуры термометром c) Измерение скорости через ускорение d) Измерение давления через деформацию 15. Что описывает передаточная функция технического средства? a) Зависимость между входным и выходным сигналами в частотной
--	--

	области б) Зависимость от температуры с) Зависимость от времени реакции д) Зависимость от внешних помех
--	--

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

7.1. Методические рекомендации по написанию эссе

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

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрениями 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. Яковлева, Е. М. Автоматизированное проектирование средств и систем управления: учебное пособие / Е. М. Яковлева. — 2-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 199 с. — ISBN 978-5-4497-1217-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147241.html>
2. 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>

Дополнительная литература³

1. Гирфанова, Л. Р. Системы автоматизированного проектирования изделий и процессов: учебное пособие / Л. Р. Гирфанова. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 155 с. — ISBN 978-5-4497-3917-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145283.html>
2. Шашков, И. В. Системы автоматизированного проектирования упаковочного производства: методические указания к лабораторным работам / И. В. Шашков, Д. Л. Полушкин. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 81 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64572.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.prilib.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.)

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

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.)

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	<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); регистры специального назначения; регистры сдвига; система прерываний микроконтроллера; интегрированный электронный модуль генератора сигнала с широтно- импульсной модуляцией микроконтроллера; архитектура и основные технические характеристики микроконтроллера; порты ввода-вывода микроконтроллера; интегрированный электронный модуль последовательной синхронной связи
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