

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.07.2025 16:42:03
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e1b94830451e215e10c29ac117679875407



**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
ЭЛЕКТРОНИКА СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И НАВИГАЦИИ**

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

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

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины «Электроника систем ориентации, стабилизации и навигации». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль): «Промышленная робототехника» / Р. М. Байгулов – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 21с.

Рабочая программа высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. N 1046 (с изменениями от 26 ноября 2020 г.); Профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (с изменениями от 12 декабря 2016 года) (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики:	<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 «Электроника систем ориентации, стабилизации и навигации» является: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков для проведения экспериментальных исследований электронных модулей систем ориентации, стабилизации и навигации, а также обработки и анализа полученных данных с использованием современных измерительных приборов, программных средств и алгоритмов цифровой обработки сигналов.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: ознакомление с принципами построения и функционирования электронных компонентов инерциальных измерительных блоков, спутниковых навигационных систем и систем стабилизации; изучение типов и особенностей датчиков: гироскопов, акселерометров, магнитометров, GPS-приемников и их электронного интерфейсирования; приобретение навыков сборки и настройки лабораторных макетов систем ориентации и навигации на базе микроконтроллеров и готовых модулей; проведение экспериментов по определению параметров движения объекта (угловые скорости, ускорения, координаты) в условиях реального времени; разработка и применение методик калибровки датчиков и коррекции погрешностей измерений; освоение методов обработки экспериментальных данных: фильтрация, вычисление углов ориентации, оценка траектории движения; анализ результатов экспериментов с использованием программных средств и формирование выводов о точности и надежности работы систем.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ПК-3	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать	ПК-3.1. Знает методику обрабатывания результатов экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств ПК-3.2. Умеет проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам ПК-3.3. Владеет навыками обработки и анализа результатов экспериментальных исследований электрофизических свойств материалов

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроника систем ориентации, стабилизации и навигации» изучается в 5, 6 семестре, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль: «Промышленная робототехника».

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

Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки

на очной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
5 семестр							
5	180	32	32		80		36 Экзамен
6 семестр							
4	144	32	32		44		36 Экзамен
Итого по дисциплине							
9	324	64	64		124		72

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
5 семестр						
Тема 1. Введение в системы ориентации, стабилизации и навигации	8	8	20			36
Тема 2. Датчики в системах ориентации и навигации	8	8	20			36
Тема 3. Электроника первичного преобразования сигналов	8	8	20			36
Тема 4. Цифровая обработка сигналов в СОСН	8	8	20			36
экзамен					36	36
итого за 5 семестр	32	32	80		36	180
6 семестр						
Тема 5. Архитектура бортовых контроллеров	6	6	8			20

Тема 6. Системы спутниковой и инерциальной навигации	6	6	8			20
Тема 7. Системы стабилизации движения и положения	6	6	8			20
Тема 8. Питание и защита электронных модулей	6	6	10			22
Тема 9. Современные технологии и перспективы развития	8	8	10			26
экзамен					36	36
итого за 6 семестр	32	32	44		36	144
Итого по дисциплине	64	64	124		72	324

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
5 семестр	
Тема 1. Введение в системы ориентации, стабилизации и навигации	Основные понятия: ориентация, стабилизация, навигация. Классификация систем: автономные, спутниковые, инерциальные, гибридные. Роль электроники в обеспечении точности и надежности. Общая структура бортовой электроники.
Тема 2. Датчики в системах ориентации и навигации	Типы датчиков: акселерометры, гироскопы, магнитометры, GPS-приемники. Принцип работы МЭМС-датчиков. Аналоговые и цифровые выходы датчиков. Интерфейсы связи: I ² C, SPI, UART, CAN.
Тема 3. Электроника первичного преобразования сигналов	Усилители сигналов: операционные усилители, инструментальные усилители. Линеаризация сигналов датчиков. Фильтрация аналоговых сигналов (низкочастотные, высокочастотные фильтры). Преобразование сигналов в унифицированный формат.
Тема 4. Цифровая обработка сигналов в СОСН	Аналого-цифровое преобразование: типы АЦП, выбор по частоте и разрядности. Алгоритмы фильтрации: КИХ, БИХ, фильтр Калмана. Вычисление углов ориентации: углы Эйлера, кватернионы. Применение DSP и микроконтроллеров для обработки данных.
6 семестр	
Тема 5. Архитектура бортовых контроллеров	Структура микроконтроллеров и процессоров. Выбор архитектуры: ARM Cortex-M, FPGA, SoC.

	Периферийные модули: таймеры, интерфейсы, память. Особенности питания и защиты.
Тема 6. Системы спутниковой и инерциальной навигации	Принципы GNSS: GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou. Интеграция ИНС и GNSS: преимущества и алгоритмы совместной обработки. Электроника приемных трактов, антенны, декодеры. Компенсация ошибок: многопроходность, задержки, селективный доступ.
Тема 7. Системы стабилизации движения и положения	Электроника стабилизаторов платформ, камер, изображений. Управление сервоприводами и шаговыми двигателями. ПИД-регуляторы и их реализация на микроконтроллерах. Алгоритмы управления движением на основе данных от IMU.
Тема 8. Питание и защита электронных модулей	Источники питания: аккумуляторы, DC-DC преобразователи, LDO-стабилизаторы. Защита от перепадов напряжения, обратной полярности, короткого замыкания. Тепловой режим и конструктивное исполнение. Виброустойчивость, герметичность, защита от пыли и влаги.
Тема 9. Современные технологии и перспективы развития	Применение искусственного интеллекта в обработке навигационных данных. Нанoeлектроника и миниатюризация датчиков. Интеграция в беспилотные летательные аппараты, мобильные роботы, автономные автомобили. Тренды развития электроники в условиях Industry 4.0 и IoT.

Занятия семинарского типа (Практические занятия)

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

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

Тема 1. Введение в системы ориентации, стабилизации и навигации

1. Знакомство с составом типовой системы ориентации.
2. Анализ структурной схемы бортовой электроники СОСН.
3. Изучение основных параметров и требований к надежности и точности.

Тема 2. Датчики в системах ориентации и навигации

1. Подключение и считывание данных с МЭМС-датчиков.
2. Исследование выходных сигналов акселерометра и гироскопа.
3. Калибровка датчиков по заданной методике.
4. Определение погрешностей и шумовых характеристик.

Тема 3. Электроника первичного преобразования сигналов

1. Исследование усилительных каскадов на операционных усилителях.
2. Построение активных фильтров нижних частот для обработки сигналов от датчиков.
3. Линеаризация выходных сигналов датчиков.
4. Сборка и тестирование аналоговой части измерительного тракта.

Тема 4. Цифровая обработка сигналов в СОСН

1. Программная реализация цифровых фильтров (КИХ, БИХ) на микроконтроллере.
2. Реализация простого фильтра Калмана для оценки ориентации.
3. Вычисление углов Эйлера по данным IMU.
4. Использование кватернионов для представления ориентации объекта.

Тема 5. Архитектура бортовых контроллеров

1. Программирование микроконтроллера для сбора данных с датчиков.
2. Настройка интерфейсов связи.
3. Работа с периферийными модулями.
4. Создание базового проекта управления навигационным модулем.

Тема 6. Системы спутниковой и инерциальной навигации

1. Подключение GPS-приемника и считывание NMEA-данных.
2. Объединение данных IMU и GPS в простой алгоритм интегрированной навигации.
3. Исследование влияния многопроходности и временных задержек.
4. Оценка точности определения координат в различных условиях.

Тема 7. Системы стабилизации движения и положения

1. Разработка и программирование ПИД-регулятора для стабилизации платформы.
2. Управление сервоприводами и шаговыми двигателями по сигналам от IMU.
3. Тестирование работы стабилизатора на макете поворотной платформы.
4. Анализ качества регулирования при изменении внешних условий.

Тема 8. Питание и защита электронных модулей

1. Расчёт параметров DC-DC преобразователей и LDO-стабилизаторов.
2. Исследование теплового режима электронных компонентов.
3. Тестирование защиты от перепадов напряжения и короткого замыкания.
4. Проектирование печатной платы с учетом помехоустойчивости и защиты.

Тема 9. Современные технологии и перспективы развития

1. Моделирование работы навигационной системы с использованием искусственного интеллекта.
2. Исследование возможностей применения FPGA в задачах обработки навигационных данных.
3. Разработка прототипа автономной системы навигации на основе беспилотного устройства.
4. Обзор современных трендов.

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

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

Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Тема 1. Введение в системы ориентации, стабилизации и навигации	- 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. Датчики в системах ориентации и навигации	
Тема 3. Электроника первичного преобразования сигналов	
Тема 4. Цифровая обработка сигналов в СОСН	
Тема 5. Архитектура бортовых контроллеров	
Тема 6. Системы спутниковой и инерциальной навигации	
Тема 7. Системы стабилизации движения и положения	
Тема 8. Питание и защита электронных модулей	
Тема 9. Современные технологии и перспективы развития	

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль электроники в развитии автономных летательных аппаратов.
2. Сравнительный анализ различных типов навигационных систем.
3. Эволюция систем ориентации от механических гироскопов до МЭМС-датчиков.
4. Особенности применения МЭМС-гироскопов в условиях вибраций и перегрузок.
5. Сравнение точности и надежности различных моделей акселерометров.
6. Перспективы использования оптоволоконных гироскопов в робототехнике.
7. Проблемы шумоподавления в аналоговых трактах систем навигации.
8. Оптимизация схем усиления сигналов от датчиков в условиях малых напряжений.
9. Применение инструментальных усилителей в высокоточных измерениях.
10. Сравнительный анализ эффективности КИХ и БИХ фильтров в обработке данных IMU.
11. Реализация фильтра Калмана на микроконтроллере: возможности и ограничения.
12. Использование кватернионов вместо углов Эйлера: преимущества и сложности.
13. Сравнение архитектур ARM Cortex-M и FPGA при решении задач ориентации.
14. Проблемы совместимости интерфейсов в составе бортовой электроники.
15. Выбор микроконтроллера для систем автономной навигации мобильных роботов.
16. Влияние условий окружающей среды на работу GNSS-приемников.
17. Преимущества и недостатки интеграции ИНС и GPS в беспилотных летательных аппаратах.
18. Проблемы многопроходности сигнала и пути их решения.
19. Сравнение ПИД- и нечетко-логических регуляторов в задачах стабилизации платформ.
20. Анализ влияния времени реакции системы на качество стабилизации.
21. Применение компьютерного зрения вместе с IMU для повышения точности стабилизации.
22. Особенности питания электроники СОСН в условиях ограниченного энергопотребления.
23. Защита от электромагнитных помех в составе авиационных и подводных систем.
24. Тепловой режим электронных компонентов в условиях экстремальных температур.
25. Перспективы применения искусственного интеллекта в обработке навигационных данных.
26. Миниатюризация датчиков и её влияние на развитие автономной робототехники.

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. Введение в системы ориентации, стабилизации и навигации	Подготовить краткий обзор современных систем ориентации и навигации. Описать принципы работы и области применения ИНС, GNSS и гибридных систем. Привести примеры их использования в реальных мехатронных и робототехнических системах.
Тема 2. Датчики в системах ориентации и навигации	Выбрать типичный модуль IMU. Изучить его технические характеристики: диапазон измерений, выходной интерфейс, потребление тока. Составить таблицу сравнения нескольких IMU по точности, цене, функциональности.
Тема 3. Электроника первичного преобразования сигналов	Разработать схему усилителя сигнала от акселерометра. Рассчитать коэффициент усиления и выбрать элементную базу. Построить АЧХ фильтра нижних частот для подавления высокочастотного шума.
Тема 4. Цифровая обработка сигналов в СОСН	Реализовать программно (на Python, MATLAB или Arduino) простой КИХ- или БИХ-фильтр. Применить фильтр к данным IMU (можно использовать тестовые данные). Провести сравнение исходного и отфильтрованного сигналов.
Тема 5. Архитектура бортовых контроллеров	Выбрать микроконтроллер (например, STM32, ESP32, Teensy) для построения навигационного модуля. Описать его основные параметры: разрядность, тактовая частота, количество интерфейсов.
Тема 6. Системы спутниковой и инерциальной навигации	Собрать и проанализировать NMEA-данные с GPS-приемника. Реализовать алгоритм вычисления текущих координат. Исследовать влияние числа видимых спутников на точность определения местоположения.
Тема 7. Системы стабилизации движения и положения	Реализовать ПИД-регулятор для стабилизации платформы по данным IMU. Провести настройку коэффициентов регулятора. Проанализировать качество переходного процесса при изменении внешних условий.
Тема 8. Питание и защита электронных модулей	Рассчитать параметры DC-DC понижающего преобразователя для питания IMU и микроконтроллера. Выбрать подходящий LDO-стабилизатор. Спроектировать схему защиты от перепадов напряжения и короткого замыкания.
Тема 9. Современные технологии и перспективы развития	Описать одну из перспективных технологий (например, МЭМС, FPGA, ИИ в обработке данных). Привести примеры ее применения в промышленности или научных исследованиях.

(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-3 Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать		
ПК-3.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-3.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-3.3	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 5 семестр)**

1. Основные понятия: ориентация, стабилизация, навигация.
2. Классификация систем ориентации: инерциальные, спутниковые, гибридные.
3. Назначение и функциональные задачи систем ориентации, стабилизации и навигации (СОСН).
4. Общая структура бортовой электроники в составе СОСН.
5. Требования к надежности, точности и помехоустойчивости электронных компонентов.
6. Основные типы датчиков: акселерометры, гироскопы, магнитометры, GPS-приемники.
7. Принцип работы МЭМС-датчиков и их применение в инерциальных измерительных блоках (IMU).
8. Аналоговые и цифровые выходы датчиков, интерфейсы обмена данными.
9. Методы калибровки и коррекции погрешностей датчиков.
10. Особенности выбора датчиков для различных условий эксплуатации.
11. Усилители сигналов: операционные усилители, инструментальные усилители.
12. Линеаризация выходных сигналов датчиков.
13. Пассивные и активные фильтры: фильтры нижних и верхних частот.
14. Преобразование сигналов датчиков в унифицированный формат.
15. Защита аналоговых цепей от перегрузок и шумов.
16. Аналого-цифровое преобразование: типы АЦП, разрядность, частота дискретизации.
17. Алгоритмы цифровой фильтрации: КИХ, БИХ, фильтр Калмана.
18. Вычисление углов ориентации: углы Эйлера, кватернионы.
19. Реализация алгоритмов цифровой обработки на микроконтроллерах и DSP.
20. Оценка точности и быстродействия алгоритмов обработки данных.

**Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации
(к экзамену 6 семестр)**

1. Основные архитектуры микроконтроллеров и процессоров, используемых в СОСН.
2. Особенности применения ARM Cortex-M, FPGA, DSP в задачах ориентации и навигации.
3. Периферийные модули микроконтроллеров: таймеры, АЦП, интерфейсы связи.

4. Принципы построения многоканальных систем сбора данных.
5. Питание и энергопотребление бортовых контроллеров.
6. Принципы работы GNSS: GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou.
7. Структура сигнала спутниковых систем и методы его обработки.
8. Интеграция ИНС и GNSS: преимущества, алгоритмы совместной обработки.
9. Алгоритмы оценки положения и скорости на основе фильтра Калмана.
10. Методы компенсации ошибок: многопроходность, задержки распространения сигнала.
11. Электронные схемы стабилизаторов изображения, платформ, камер.
12. Управление сервоприводами и шаговыми двигателями по сигналам от IMU.
13. Реализация ПИД-регуляторов для систем стабилизации.
14. Анализ качества регулирования при внешних возмущениях.
15. Взаимодействие электроники стабилизации с другими подсистемами.
16. Источники питания: аккумуляторы, DC-DC преобразователи, LDO-стабилизаторы.
17. Защита от перепадов напряжения, обратной полярности, короткого замыкания.
18. Тепловой режим и конструктивное исполнение электронных модулей.
19. Требования к надежности и помехоустойчивости в условиях экстремальной эксплуатации.
20. Конструктивная реализация: герметичность, виброустойчивость, защита от пыли и влаги.
21. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в обработке навигационных данных.
22. Миниатюризация датчиков и электроники: влияние на развитие автономной робототехники.
23. Интеграция систем ориентации в беспилотные летательные аппараты, мобильные роботы и IoT-устройства.
24. Новые материалы и технологии производства электронных компонентов.
25. Тренды развития электроники в условиях цифровизации.

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-3	1. Какой тип датчика используется для измерения угловой скорости в системах ориентации? a) Акселерометр b) Гироскоп c) Магнитометр d) Барометр 2. Какой интерфейс наиболее часто используется для связи микроконтроллера с IMU (инерциальным измерительным блоком)? a) RS-232 b) I²C c) Ethernet d) VGA 3. Для чего применяется фильтр Калмана в системах ориентации? a) Для увеличения напряжения питания b) Для уменьшения уровня шума и повышения точности данных c) Для преобразования сигналов в аналоговую форму d) Для передачи данных по беспроводному каналу 4. Какое устройство обеспечивает преобразование аналогового сигнала от датчика в цифровую форму для дальнейшей обработки микроконтроллером? a) Операционный усилитель b) АЦП (аналого-цифровой преобразователь)

	с) ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) d) Линейный стабилизатор 5. Что необходимо сделать перед началом использования МЭМС-датчика в навигационной системе? a) Установить драйвер в ОС b) Выполнить калибровку датчика c) Заменить источник питания d) Подключить к интернету 6. Какой алгоритм позволяет вычислять ориентацию объекта по данным акселерометра и гироскопа? a) Алгоритм Фурье b) Фильтр Баттерворта c) Комплементарный фильтр d) Метод главных компонент 7. Какой параметр определяет максимальную частоту дискретизации АЦП? a) Разрядность b) Напряжение питания c) Частота тактирования d) Температурный диапазон 8. Какой элемент применяется для подавления высокочастотного шума в аналоговых трактах? a) Конденсатор b) Диод c) Транзистор d) Резистор делителя 9. Какой метод используется для стабилизации платформы на основе данных IMU? a) Прямое управление b) ПИД-регулирование c) Дифференциальное усиление d) Амплитудная модуляция 10. Какой тип питания предпочтителен при проектировании малопотребляющих систем ориентации? a) Линейный стабилизатор (LDO) b) Импульсный понижающий преобразователь (DC-DC) c) Трансформаторный блок питания d) Сетевой адаптер 11. Какой формат данных чаще всего используется GPS-приемниками для передачи информации о местоположении? a) ASCII b) NMEA c) JSON d) XML 12. Какой метод позволяет повысить точность определения положения при слабом спутниковом сигнале? a) Интерполяция b) Интеграция с инерциальной системой навигации c) Увеличение разрешения экрана d) Снижение частоты опроса датчиков 13. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на погрешность показаний МЭМС-гироскопа? a) Температура окружающей среды
--	---

	b) Цвет корпуса датчика c) Уровень освещения d) Длина соединительных проводов 14. Какой подход используется для снижения влияния вибраций на данные акселерометра? a) Установка дополнительного датчика температуры b) Применение программного фильтра c) Увеличение массы устройства d) Использование дублирующего источника питания 15. Какой этап является обязательным при работе с экспериментальными данными от IMU? a) Перепрограммирование микроконтроллера b) Обработка данных с помощью математических алгоритмов c) Установка нового драйвера d) Изменение конструкции платы
--	---

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

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

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

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

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

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

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

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей

дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

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

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

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

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

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

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

Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины

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

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

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

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет

учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

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

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

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

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

7.1. Методические рекомендации по написанию эссе

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

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

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

7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов

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

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

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

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики

проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

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

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание, выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

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

Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература²

1. Интеллектуальные мехатронные системы: учебное пособие / И. В. Абрамов, А. И. Абрамов, Ю. Р. Никитин, С. А. Трефилов. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 185 с. — ISBN 978-5-4497-3899-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145148.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. Пахомова, Л. В. Промышленные роботы и робототехнические системы: учебное пособие / Л. В. Пахомова. — Новосибирск: Сибирский государственный университет водного транспорта, 2022. — 78 с. — ISBN 978-5-8119-0933-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148824.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»)

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

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

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

Комплект лицензионного программного обеспечения

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

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

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

Электронная информационно-образовательная среда «ІС: 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 «ІС: 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)
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