

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:
637517d24e103c3db032acf37e09483051e21f10c29ac17639875407



**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
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И
НАВИГАЦИИ**

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

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

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов систем ориентации, стабилизации и навигации». Направление подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов» / В. Н. Назаров – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 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>В. Н. Назаров, к. т. н.</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры 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 «Цифровая обработка сигналов систем ориентации, стабилизации и навигации» является: изучение студентами теоретических основ и получение практических навыков цифровой обработки сигналов для решения задач построения электрооборудования летательных аппаратов.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: изучение теоретических основ обработки сигналов; изучение особенностей и подходов к обработке сигналов в режиме реального времени и при пост–обработке; приобретение практических навыков пост–обработки сигналов поступающих с датчиков систем электрооборудования летательных аппаратов; приобретение навыков построения блоков цифровой обработки сигналов для систем, функционирующих в режиме реального времени; решение прикладных задач по обработке сигналов с применением пакетов прикладных программ.

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

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

Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки

на очной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
6 семестр							
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
6 семестр						
Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов	2	2	9			13
Тема 2. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов	2	2	9			13
Тема 3. Постобработка цифровой телеметрической информации. Получение сигналов в разрядностях физических величин.	2	2	9			13
Тема 4. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов	2	2	9			13
Тема 5. Разностные фильтры	2	2	9			13
Тема 6. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры	2	2	9			13
Тема 7. Z-преобразование сигналов и системных функций	2	2	9			13
Тема 8. Рекурсивные цифровые фильтры	2	2	9			13
зачет					4	4
итого за 6 семестр	16	16	72		4	108

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов	Основные понятия и определения цифровой обработки сигналов (ЦОС). Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые: дискретизация, квантование, АЦП. Основные задачи ЦОС в системах ориентации, стабилизации и навигации. Области применения ЦОС в БПЛА, инерциальных системах, гироскопах.

Тема 2. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов	Классификация цифровых фильтров: рекурсивные и нерекурсивные. Импульсная характеристика и частотная передаточная функция. Алгоритмы реализации цифровых фильтров. Реализация фильтрации в реальном времени. Применение в обработке сигналов от датчиков ориентации и навигации.
Тема 3. Постобработка цифровой телеметрической информации. Получение сигналов в разрядностях физических величин.	Масштабирование и калибровка измерительных каналов. Перевод сырых данных с датчиков в физические единицы. Учет погрешностей измерений. Коррекция систематических ошибок датчиков (гироскопы, акселерометры, магнитометры). Формирование выходных параметров телеметрии.
Тема 4. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов	Задачи сглаживания и прогнозирования временных рядов. Алгоритм метода наименьших квадратов (МНК) для линейной аппроксимации. Полиномиальное сглаживание. Применение МНК в предварительной обработке сигналов. Примеры использования при обработке телеметрии БПЛА.
Тема 5. Разностные фильтры	Определение и назначение разностных фильтров. Дискретное дифференцирование сигналов. Частотные свойства разностных операторов. Подавление шума при использовании разностных фильтров. Применение в оценке скоростей и ускорений движения ЛА.
Тема 6. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры	Нерекурсивные (КИХ — FIR) фильтры. Синтез КИХ-фильтров методами окон. Частотные характеристики. Линейная фазовая характеристика и её преимущества. Применение в выделении полезного сигнала от датчиков навигации.
Тема 7. Z-преобразование сигналов и системных функций	Определение и свойства Z-преобразования. Передаточные функции дискретных систем. Обратное Z-преобразование. Связь между импульсной характеристикой и передаточной функцией. Использование Z-преобразования при анализе устойчивости и проектировании фильтров.
Тема 8. Рекурсивные цифровые фильтры	Рекурсивные (БИХ — IIR) фильтры. Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворта, Чебышева, Эллиптические). Полюсы и нули передаточной функции. Устойчивость рекурсивных фильтров. Применение в задачах фильтрации сигналов от инерциальных датчиков и GPS.

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 цифровую обработку сигналов

1. Особенности представления сигналов в системах ориентации, стабилизации и навигации (СОСН).
2. Аналого-цифровое преобразование. Дискретизация и квантование.
3. Примеры сигналов в телеметрии БПЛА.

Тема 2. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов

1. Классификация цифровых фильтров (КИХ и БИХ).
2. Импульсная характеристика, разностное уравнение.
3. Практическая реализация простейших фильтров в среде MATLAB/Python.
4. Фильтрация шума в сигналах от датчиков (гироскопы, акселерометры).

Тема 3. Постобработка цифровой телеметрической информации. Получение сигналов в разрядностях физических величин

1. Преобразование сырых данных сенсоров в физические величины.
2. Калибровка и коррекция погрешностей датчиков.
3. Перевод показаний акселерометров, гироскопов, магнетометров в углы и линейные ускорения.
4. Работа с телеметрией БПЛА.

Тема 4. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов

1. Принципы сглаживания сигналов.
2. Алгоритмы скользящего среднего, экспоненциального сглаживания.
3. Полиномиальное сглаживание по методу наименьших квадратов.
4. Применение для обработки шумных измерений в системах навигации.

Тема 5. Разностные фильтры

1. Цифровое дифференцирование сигналов.
2. Реализация разностных операторов (левые, правые, центральные разности).
3. Учет влияния шума при численном дифференцировании.
4. Применение для оценки скорости и ускорения по данным GPS или инерциальным измерениям.

Тема 6. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры

1. Проектирование КИХ-фильтров методом окон.
2. Частотные характеристики.
3. Практическое применение: выделение полезного сигнала в заданной полосе частот.
4. Фильтрация гармонических помех в данных инерциальных систем.

Тема 7. Z-преобразование сигналов и системных функций

1. Определение и свойства Z-преобразования.
2. Передаточная функция цифрового фильтра.
3. Анализ устойчивости и частотных характеристик через Z-преобразование.
4. Примеры анализа фильтров в Z-области.

Тема 8. Рекурсивные цифровые фильтры

1. Проектирование БИХ-фильтров по аналоговым прототипам (Баттерворта, Чебышева).
2. Преобразования аналоговых фильтров в цифровые (билинейное преобразование, метод инвариантного импульсного отклика).
3. Сравнение рекурсивных и нерекурсивных фильтров.
4. Применение в реальном времени для обработки сигналов в системах стабилизации БПЛА.

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

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

Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов	- 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. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов	
Тема 3. Постобработка цифровой телеметрической информации. Получение сигналов в разрядностях физических величин.	
Тема 4. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов	
Тема 5. Разностные фильтры	
Тема 6. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры	
Тема 7. Z-преобразование сигналов и системных функций	
Тема 8. Рекурсивные цифровые фильтры	

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль цифровой обработки сигналов в современных системах ориентации, стабилизации и навигации
2. Сравнительный анализ рекурсивных и нерекурсивных фильтров в задачах обработки сигналов от инерциальных датчиков
3. Проблема шума в телеметрических сигналах и методы его подавления
4. Метод наименьших квадратов в задачах фильтрации и сглаживания сигналов
5. Преимущества и ограничения Z-преобразования при анализе дискретных систем
6. Анализ влияния частоты дискретизации на качество обработки сигналов в системах навигации
7. Фильтрация высокочастотных помех в системах стабилизации БПЛА
8. Применение разностных фильтров для численного дифференцирования сигналов в реальном времени
9. Калибровка и линейная коррекция показаний инерциальных датчиков: практические подходы
10. Применение оконных функций при проектировании КИХ-фильтров
11. Перспективы использования адаптивных фильтров в системах управления БПЛА
12. Применение цифровой обработки сигналов в системах GPS/ГЛОНАСС-навигации
13. Влияние разрядности АЦП на качество представления сигналов в системах ориентации
14. Обработка сигналов в многомерных системах ориентации (например, IMU)
15. Сравнение методов билинейного преобразования и инвариантности импульсного отклика при проектировании БИХ-фильтров

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

16. Особенности реализации цифровых фильтров на борту БПЛА с учетом ограничений по производительности
17. Применение цифровой фильтрации для повышения устойчивости системы управления БПЛА
18. Сравнение методов численного интегрирования и дифференцирования в задачах обработки данных от инерциальных измерительных блоков (IMU)
19. Влияние задержки фильтрации на управление движением БПЛА
20. Фильтр Калмана как пример оптимальной оценки состояния системы
21. Использование преобразования Фурье в анализе спектра сигналов от бортовых датчиков
22. Анализ временных характеристик цифровых фильтров: переходная и импульсная функции
23. Обработка сигналов в условиях ограниченной вычислительной мощности бортового процессора
24. Роль фильтрации в обеспечении отказоустойчивости систем навигации
25. Применение полосовых и режекторных фильтров для выделения/подавления определённых частотных диапазонов
26. Методы анализа устойчивости цифровых фильтров в замкнутых системах управления
27. Цифровая коррекция систем ориентации: применение фильтров для компенсации динамических ошибок
28. Обработка сигналов в многоканальных системах: особенности синхронизации и согласованной фильтрации
29. Использование цифровой обработки сигналов в системах автоматического управления высотой полета
30. Проблемы дискретизации сигналов в нестационарных условиях (вибрации, резкие изменения режима полета)

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов	Объясните, что такое дискретизация и квантование сигнала. Определите понятие частоты Найквиста и объясните её значение при обработке сигналов от инерциальных датчиков. Приведите пример: как аналоговый сигнал от акселерометра преобразуется в цифровой? Какие проблемы возникают при недостаточной частоте дискретизации?
Тема 2. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов	Напишите разностное уравнение простого рекурсивного фильтра. Рассчитайте импульсную характеристику нерекурсивного фильтра второго порядка. Постройте амплитудно-частотную характеристику фильтра
Тема 3. Постобработка цифровой телеметрической информации. Получение сигналов в разрядностях физических величин.	Преобразуйте сырые данные от акселерометра (в единицах АЦП) в м/с^2 . Выполните калибровку данных с гироскопа, используя коэффициенты масштабирования и смещения. Объясните, как перевести показания магнетометра в направление курса. Подготовьте таблицу соответствия между кодами АЦП и физическими значениями для типового IMU-датчика.

Тема 4. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов	Реализуйте алгоритм скользящего среднего для сглаживания шумных данных от датчика. Примените метод наименьших квадратов для полиномиального сглаживания сигнала (например, линейная аппроксимация). Сравните эффективность разных окон сглаживания (прямоугольное, Хеннинга, Хэмминга). Приведите пример использования сглаживания в системе стабилизации БПЛА.
Тема 5. Разностные фильтры	Объясните принцип численного дифференцирования сигналов. Реализуйте центральную разностную формулу для вычисления производной. Исследуйте влияние уровня шума на точность вычисления производной. Предложите способ повышения устойчивости к шуму при численном дифференцировании.
Тема 6. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры	Спроектируйте низкочастотный КИХ-фильтр методом окон (например, окно Хэмминга). Постройте его амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики. Примените фильтр к зашумленному сигналу и оцените эффективность. Объясните преимущества КИХ-фильтров в задачах обработки сигналов БПЛА.
Тема 7. Z-преобразование сигналов и системных функций	Вычислите Z-преобразование простого дискретного сигнала. Найдите передаточную функцию цифрового фильтра по его разностному уравнению. Постройте нуль-полусную диаграмму и исследуйте устойчивость системы. Объясните, как связаны Z-преобразование и z-область проектирования фильтров.
Тема 8. Рекурсивные цифровые фильтры	Спроектируйте аналоговый прототип фильтра Баттерворта. Переведите его в цифровой вариант с помощью билинейного преобразования. Постройте АЧХ и ФЧХ полученного БИХ-фильтра. Сравните с КИХ-фильтром по времени отклика, точности и сложности реализации.

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. Основные понятия цифровой обработки сигналов
2. Методы представления и анализа дискретных сигналов
3. Цифровые фильтры и их классификация
4. Нерекурсивные фильтры (КИХ)
5. Рекурсивные фильтры (БИХ)
6. Проектирование КИХ-фильтров методом окон
7. Билинейное преобразование при проектировании БИХ-фильтров
8. Z-преобразование и его применение
9. Частотные характеристики цифровых фильтров
10. Разностные фильтры и численное дифференцирование
11. Фильтрация сигналов в реальном времени
12. Сглаживание сигналов методом скользящего среднего
13. Полиномиальное сглаживание и метод наименьших квадратов
14. Калибровка и масштабирование показаний датчиков
15. Постобработка телеметрической информации
16. Анализ спектра сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье
17. Обработка многоканальных сигналов
18. Применение фильтра Калмана в системах навигации
19. Влияние параметров дискретизации на качество обработки сигналов
20. Реализация цифровых фильтров в условиях ограниченных ресурсов бортового процессора

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 тип модели используется для описания работы акселерометра? a) Динамическая модель второго порядка b) Алгебраическое уравнение с шумом c) Нелинейное дифференциальное уравнение d) Передаточная функция первого порядка 2. Модель гироскопа включает: a) Угловую скорость и шум смещения b) Линейное ускорение и интегратор c) Интеграл от угла поворота d) Производную от угла тангажа 3. Какое уравнение описывает выходной сигнал идеального датчика магнитного курса? a) $\theta = \arctan(B_y / B_x)$ b) $\theta = \int \omega dt$

- c) $\theta = ax + ay$
d) $\theta = k \cdot (V_{out} - V_{ref})$
4. Что учитывается при моделировании погрешностей инерциальных датчиков?
- Температурный дрейф, масштабный коэффициент, смещение нуля
 - Влажность воздуха и давление
 - Питание и масса датчика
 - Частота дискретизации и задержка
5. Какой метод применяется для объединения данных от нескольких датчиков в единую модель ориентации?
- Метод наименьших квадратов
 - Фильтр Калмана
 - Преобразование Фурье
 - Метод главных компонент
6. Какая передаточная функция соответствует простому цифровому фильтру скользящего среднего из трех отсчетов?
- $H(z) = (1 + z^{-1} + z^{-2})/3$
 - $H(z) = 1/(1 + az^{-1})$
 - $H(z) = 1 - z^{-1}$
 - $H(z) = z/(z - 0.5)$
7. Для чего используется линеаризация моделей в системах управления?
- Для упрощения анализа и синтеза регуляторов
 - Для увеличения точности модели
 - Для уменьшения вычислительной нагрузки
 - Для улучшения временных характеристик
8. Какой вид имеет модель системы с запаздыванием в z-области?
- $H(z) = z^{-k}$
 - $H(z) = 1/(z - a)$
 - $H(z) = G(z) \cdot e^{(-ts)}$
 - $H(z) = K/(1 + Tz^{-1})$
9. Что представляет собой передаточная функция интегрирующего звена в дискретном времени?
- $H(z) = T/(z - 1)$
 - $H(z) = z/(z - a)$
 - $H(z) = 1 - z^{-1}$
 - $H(z) = 1/z$
10. Какой параметр определяет чувствительность датчика?
- Масштабный коэффициент
 - Диапазон измерений
 - Время установления
 - Уровень шума
11. Какой тип уравнений используется для моделирования движения БПЛА?
- Нелинейные дифференциальные уравнения
 - Алгебраические уравнения
 - Разностные уравнения
 - Все перечисленные
12. Какой метод используется для дискретизации аналоговой модели?
- Метод Эйлера
 - Метод Рунге–Кутты
 - Билинейное преобразование
 - Все перечисленные
13. Какие допущения используются при построении малых возмущений

	для модели летательного аппарата? а) Углы малы, система линейна б) Углы большие, нелинейная система в) Постоянная масса и инерция г) Все вышеперечисленное 14. Какой тип модели используется для описания шума в датчиках? а) Случайный процесс с нормальным распределением б) Гармонический сигнал в) Ступенчатая функция г) Импульсный отклик 15. Какой подход используется для построения математической модели системы стабилизации БПЛА? а) Моделирование в пространстве состояний б) Передаточные функции в) Дифференциальные уравнения г) Все вышеперечисленное
--	--

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. Улахович, Д. А. Введение в цифровую обработку сигналов: учебник / Д. А. Улахович. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 436 с. — ISBN 978-5-9729-1128-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132779.html>

2. Шилина, О. И. Цифровая обработка изображений: учебно-методическое пособие / О. И. Шилина, Д. А. Наумов, Е. А. Уварова. — Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2021. — 265 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/137346.html>

Дополнительная литература³

1. Холопов, И. С. Основы цифровой обработки изображений: учебное пособие / И. С. Холопов, Е. С. Штрунова. — Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2023. — 80 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/137327.html>

2. Корнышев, Н. П. Компьютерное моделирование методов цифровой обработки изображений: учебное пособие / Н. П. Корнышев. — Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2024. — 148 с. — ISBN 978-5-89896-947-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148856.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»

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

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.)

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