

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.07.2025 16:38:11
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e158498a1a51d2f5eb08e29ad6c17f637985447



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
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ

Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника
(уровень бакалавриат)

Направленность (профиль):
«Промышленная робототехника»

Форма обучения: очная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Математические основы управления и навигации». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль: «Промышленная робототехника» / В. Н. Назаров – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова – 21с.

Рабочая программа дисциплины 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>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 «Математические основы управления и навигации» является формирование у студентов фундаментальных знаний и практических навыков использования математических методов для решения задач управления движением объектов и их навигации в пространстве. Дисциплина направлена на развитие способности: применять современный математический аппарат при моделировании и анализе динамических систем; использовать кватернионные, матричные и операционные методы в реальных инженерных задачах; разрабатывать и анализировать алгоритмы управления и обработки сигналов в условиях неопределённости.

К основным задачам освоения дисциплины «Математические основы управления и навигации» следует отнести: работу с комплексными и гиперкомплексными числами; использование матриц направляющих косинусов; преобразование параметров ориентации; анализ движения трехстепенного астатического гироскопа; применение операционного исчисления; анализ случайных процессов; практическое моделирование систем управления и навигации.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ОПК-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-6.1 Знает способы решения стандартных задач профессиональной деятельности ОПК-6.2 Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии в ходе решения профессиональных задач на основе информационной и библиографической культуры ОПК-6.3 Владеет навыками применения основных требований информационной безопасности при использовании информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности
ПК-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические	ПК-1.1 Знает принципы построения систем автоматического управления; принципы построения архитектуры систем управления робототехническими системами ПК-1.2 Умеет составлять их математические модели, исследовать устойчивость, определять характеристики точности и быстродействия ПК-1.3 Владеет навыками разработки кинематических схем узлов изделий мехатроники и робототехники, выполняет кинематические и прочностные расчеты механических узлов изделий мехатроники и робототехники

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
	еские, электронные устройства и средства вычислительной техники	

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические основы управления и навигации» изучается в 5 семестре, относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины (модули)», образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриат), направленность (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	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
Семестр 5										
4	144	32		32				71		9 Зачет с оценкой
Итого по дисциплине										
4	144	32		32				71		9

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
5 семестр						
Тема 1. Алгебра комплексных и гиперкомплексных чисел	4	4	11			19

Тема 2. Теория конечного поворота	4	4	12			20
Тема 3. Кинематические параметры ориентации твёрдого тела	6	6	12			24
Тема 4. Математическое описание трехстепенного астатического гироскопа	6	6	12			24
Тема 5. Элементы операционного исчисления	6	6	12			24
Тема 6. Элементы теории случайных процессов	6	6	12			24
Зачет с оценкой					9	9
итого за 5 семестр	32	32	71		9	144

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
5 семестр	
Тема 1. Алгебра комплексных и гиперкомплексных чисел	Определение комплексных чисел: алгебраическая и геометрическая формы. Основные операции с комплексными числами. Представление комплексных чисел на комплексной плоскости. Полярная форма и формула Эйлера. Гиперкомплексные числа. Алгебраические свойства кватернионов.
Тема 2. Теория конечного поворота	Понятие конечного поворота твёрдого тела. Аксиома Эйлера. Теорема о конечном повороте и её геометрическая интерпретация. Матрица поворота и её свойства. Угол и ось конечного поворота. Композиция поворотов. Зависимость результата поворота от порядка выполнения.
Тема 3. Кинематические параметры ориентации твёрдого тела	Углы Эйлера–Крылова. Последовательность поворотов относительно главных осей. Кинематические уравнения для углов Эйлера. Направляющие косинусы. Матрица направляющих косинусов как матрица перехода между системами координат. Свойства ортогональности и нормировки. Связь с другими параметрами ориентации. Параметры Родрига–Гамильтона. Определение и основные свойства. Уравнения кинематики с использованием кватернионов. Преимущества перед углами Эйлера.

Тема 4. Математическое описание трехстепенного астатического гироскопа	Определение и устройство трехстепенного гироскопа. Принцип инерциальной устойчивости оси вращения. Кинематика движения рамок гироскопа. Динамические уравнения движения. Влияние внешних возмущений на движение гироскопа. Уравнения движения в проекциях на подвижные неподвижные оси.
Тема 5. Элементы операционного исчисления	Основные понятия: преобразование Лапласа и его область применения. Таблицы изображений типовых функций. Свойства преобразования Лапласа. Обратное преобразование Лапласа. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом операционного исчисления. Передаточная функция линейной системы. Использование в анализе переходных процессов и автоматическом управлении.
Тема 6. Элементы теории случайных процессов	Определение случайного процесса, реализации, ансамбль. Классификация случайных процессов: стационарные, эргодические, марковские. Характеристики случайных процессов. Спектральная плотность мощности и преобразование Фурье корреляционной функции. Белый шум и его моделирование. Цепи Маркова и марковские процессы. Винеровский процесс и его свойства.

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. Алгебра комплексных и гиперкомплексных чисел

1. Комплексные числа: формы представления, действия, формула Эйлера.
2. Кватернионы: определение, свойства, операции.
3. Применение в задачах ориентации и компьютерной графике.
4. Дуальные числа и их роль в кинематике механизмов.

Тема 2. Теория конечного поворота

1. Теорема Эйлера о конечном повороте.
2. Матрица направляющих косинусов.
3. Ось и угол поворота. Последовательные повороты.
4. Свойства матрицы поворота.

Тема 3. Кинематические параметры ориентации твёрдого тела

1. Углы Эйлера–Крылова: последовательность поворотов, особенности.
2. Направляющие косинусы и их связь с другими параметрами.
3. Параметры Родрига–Гамильтона: преимущества и недостатки.
4. Преобразование между различными системами координат.

Тема 4. Математическое описание трехстепенного астатического гироскопа

1. Конструкция и принцип действия гироскопа.
2. Уравнения движения относительно подвижных осей.
3. Прецессия и нутация. Реакция на внешние моменты сил.
4. Применение гироскопов в инерциальных системах навигации.

Тема 5. Элементы операционного исчисления

1. Преобразование Лапласа: оригиналы и изображения.
2. Передаточные функции линейных систем.
3. Частотные характеристики и анализ устойчивости.
4. Решение дифференциальных уравнений методом операционного исчисления

Тема 6. Элементы теории случайных процессов

1. Определение и классификация случайных процессов.
2. Характеристики случайных процессов: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция.
3. Спектральная плотность мощности.
4. Белый шум и фильтр Калмана как инструмент оценки состояния системы.

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
5 семестр	
Тема 1. Алгебра комплексных и гиперкомплексных чисел	- 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. Теория конечного поворота	
Тема 3. Кинематические параметры ориентации твёрдого тела	
Тема 4. Математическое описание трехстепенного астатического гироскопа	- 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 5. Элементы операционного исчисления	
Тема 6. Элементы теории случайных процессов	

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы

5.1. Темы эссе¹

1. Роль комплексных чисел в моделировании колебательных процессов.
2. Применение комплексного анализа в задачах автоматического управления.
3. Гиперкомплексные числа: обзор систем и их математические свойства.
4. Кватернионы как инструмент описания пространственных поворотов.
5. Дуальные числа и их применение в кинематике механизмов.
6. Сравнение эффективности различных систем координат для описания ориентации тела.
7. Алгебра кватернионов в задачах стабилизации спутника.
8. Моделирование движения БПЛА с использованием гиперкомплексных чисел.
9. Использование комплексных чисел в анализе устойчивости линейных систем.
10. Преимущества кватернионов перед углами Эйлера при навигации летательных аппаратов.
11. Теорема Эйлера о конечном повороте: геометрическая и аналитическая интерпретация.
12. Особенности параметризации ориентации с помощью углов Эйлера.
13. Направляющие косинусы как основа матрицы перехода между системами координат.
14. Параметры Родрига–Гамильтона: преимущества и практическое применение.
15. Связь между различными параметрами ориентации.
16. Уравнения кинематики ориентации твёрдого тела: сравнительный анализ.
17. Обработка данных инерциальных датчиков с использованием кватернионов.
18. Кинематика ориентации в системах дополненной реальности.
19. Применение параметров ориентации в робототехнике и мобильной навигации.
20. Физические принципы работы трехстепенного астатического гироскопа.
21. Уравнения движения гироскопа в подвижной системе координат.
22. Влияние внешних возмущений на динамику гироскопа.
23. Моделирование прецессии и нутации вращающегося тела.
24. Применение гироскопов в авиационных системах навигации.
25. Ошибки измерения в гироскопических системах и методы их компенсации.
26. Гироскопический эффект в стабилизации движения морских судов.
27. Современные технологии цифровых гироскопов и их математическое описание.
28. Инерциальные навигационные системы: роль гироскопов и акселерометров.
29. Анализ устойчивости гироскопических систем при малых отклонениях.
30. Преобразование Лапласа как основа анализа линейных систем управления.
31. Передаточные функции и их использование в проектировании регуляторов.
32. Переходные процессы в системах управления: методы анализа.
33. Частотные характеристики систем управления и их графическое представление.
34. Корневые методы исследования устойчивости линейных систем.
35. Синтез ПИД-регулятора с использованием операционного исчисления.
36. Сравнение временных и частотных методов анализа систем управления.
37. Использование операционного исчисления в моделировании электромеханических систем.
38. Аппроксимация нелинейностей с помощью линейных моделей в операционной области.
39. Применение преобразования Фурье в задачах управления и фильтрации сигналов.
40. Математическое описание случайных сигналов в системах управления.
41. Стационарные и нестационарные случайные процессы: особенности анализа.
42. Корреляционная функция и её применение в исследовании динамических систем.
43. Спектральная плотность мощности: понятие и практическое значение.

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

44. Методы фильтрации шума в измерительных системах.
45. Фильтр Калмана: математические основы и реализация.
46. Сравнение классических и адаптивных методов фильтрации.
47. Моделирование белого шума и его влияние на точность навигационных систем.
48. Прогнозирование поведения динамических систем в условиях стохастических возмущений.

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Тип задания
Тема 1. Алгебра комплексных и гиперкомплексных чисел	1. Вычислите произведение $q_1 = 2+i-2j+k$, $q_2 = 1+3i+j-2k$ 2. Объясните, почему умножение кватернионов не коммутативно.
Тема 2. Теория конечного поворота	1. Покажите, что матрица поворота ортогональна. 2. Рассчитайте результирующий поворот при последовательном применении двух поворотов: сначала на 90° вокруг оси x , затем — на 90° вокруг оси y .
Тема 3. Кинематические параметры ориентации твёрдого тела	1. Сравните эффективность вычисления поворотов через кватернионы и через углы Эйлера. 2. Реализуйте функцию, которая преобразует кватернион в матрицу поворота.
Тема 4. Математическое описание трехстепенного астатического гироскопа	1. Объясните, почему гироскоп сохраняет ориентацию своей оси во время движения. 2. Опишите, как происходит нутация гироскопа при внешнем воздействии.
Тема 5. Элементы операционного исчисления	Объясните, как с помощью преобразования Лапласа можно определить устойчивость системы.
Тема 6. Элементы теории случайных процессов	Оцените спектральную плотность мощности для белого шума. Объясните, чем отличается стационарный процесс от эргодического.

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
ОПК-6 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-		

коммуникационных технологий		
ОПК-6.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-6.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-6.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-1 Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники		
ПК-1.1	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-1.2	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-1.3	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 с оценкой)

1. Определение комплексного числа, его алгебраическая и показательная формы.
2. Действия над комплексными числами: сложение, умножение, деление.
3. Формула Эйлера и её применение.
4. Геометрическая интерпретация комплексных чисел.
5. Кватернионы: определение, свойства, операции.
6. Сопряжённый и обратный кватернион.
7. Представление поворотов в пространстве с помощью кватернионов.
8. Преимущества использования кватернионов в задачах ориентации.
9. Дуальные числа и их применение в кинематике.
10. Понятие конечного поворота твёрдого тела.
11. Теорема Эйлера о конечном повороте.
12. Матрица направляющих косинусов и её свойства.
13. Ось и угол конечного поворота.
14. Последовательные повороты и зависимость результата от порядка.
15. Ортогональность матрицы поворота и её физический смысл.
16. Обратный и транспонированный поворот.
17. Углы Эйлера–Крылова: определение, последовательность поворотов.
18. Особенности углов Эйлера ("gimbal lock").
19. Направляющие косинусы как элементы матрицы поворота.
20. Параметры Родрига–Гамильтона: определение и свойства.
21. Преобразование между различными системами параметров ориентации.
22. Уравнения кинематики ориентации на основе кватернионов.
23. Выбор параметров ориентации в зависимости от задачи.
24. Устройство и принцип действия трехстепенного астатического гироскопа.
25. Связь между внутренним и внешним движением рамок гироскопа.
26. Вывод уравнений движения гироскопа относительно подвижных осей.
27. Прецессия и нутация гироскопа: причины и математическое описание.
28. Реакция гироскопа на внешние моменты сил.
29. Применение гироскопов в инерциальных системах навигации.

30. Ошибки гироскопических систем и методы их компенсации.
31. Определение преобразования Лапласа и его область применения.
32. Таблицы оригиналов и изображений.
33. Основные теоремы операционного исчисления: линейность, запаздывание, свертка.
34. Обратное преобразование Лапласа.
35. Передаточная функция линейной системы.
36. Частотные характеристики систем управления.
37. Анализ переходных процессов с помощью операционного исчисления.
38. Решение линейных дифференциальных уравнений методом Лапласа.
39. Определение случайного процесса. Реализация и ансамбль.
40. Характеристики случайных процессов: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция.
41. Стационарные и эргодические процессы.
42. Спектральная плотность мощности и её связь с корреляционной функцией.
43. Белый шум: модель и особенности.
44. Винеровский процесс и его применение в моделировании стохастических систем.
45. Фильтр Калмана: основы и математическая модель.

6.3. Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ОПК-6	1. Что представляет собой кватернион $q=a+bi+cj+dk$? A) Трёхмерный вектор B) Четырёхмерное число с некоммутативным умножением C) Матрица поворота D) Угол Эйлера 2. Какая матрица используется для перехода от одной системы координат к другой при повороте тела? A) Матрица Якоби B) Матрица направляющих косинусов C) Диагональная матрица D) Единичная матрица 3. Какое свойство характерно для матрицы поворота? A) Симметричность B) Ортогональность C) Диагональность D) Вырожденность 4. Какие параметры используются для описания ориентации твёрдого тела без особенностей (например, "gimbal lock")? A) Углы Эйлера B) Направляющие косинусы C) Параметры Родрига–Гамильтона D) Декартовы координаты 5. Теорема Эйлера утверждает, что: A) Любое движение твёрдого тела можно представить как поступательное B) Любой конечный поворот эквивалентен одному повороту вокруг некоторой оси C) Тело может двигаться только по прямой D) Поворот всегда происходит вокруг трёх осей

	6. Какой элемент гироскопа обеспечивает его инерциальную стабилизацию? A) Внешняя рамка B) Подшипник C) Ротор D) Амортизатор 7. Что такое прецессия гироскопа? A) Колебание вокруг вертикальной оси B) Отклонение под действием внешней силы C) Поворот оси вращения под действием момента силы D) Вращение вокруг собственной оси 8. Что определяет передаточная функция системы? A) Входной сигнал B) Время реакции системы C) Соотношение выходного сигнала к входному в операционной области D) Энергетические потери системы 9. Какой метод позволяет находить оригиналы функций по их изображению? A) Фурье-преобразование B) Обратное преобразование Лапласа C) Дифференцирование D) Интегрирование по частям
ПК-1	1. Какой из перечисленных процессов считается стационарным? A) Процесс с изменяющимся средним значением B) Процесс с постоянными характеристиками во времени C) Процесс с резкими скачками D) Процесс с детерминированной траекторией 2. Что характеризует корреляционная функция случайного процесса? A) Энергию сигнала B) Временную зависимость между значениями процесса C) Среднее значение D) Вероятность наступления события 3. Какой процесс имеет равномерную спектральную плотность мощности? A) Белый шум B) Гармонический сигнал C) Случайный блуждающий процесс D) Ступенчатый сигнал 4. Какой фильтр используется для оценки состояния системы в условиях шума? A) Фильтр Чебышева B) Фильтр Баттерворта C) Фильтр Калмана D) RC-фильтр 5. Что такое "gimbal lock"? A) Поломка устройства B) Особенность углов Эйлера, при которой теряется степень свободы C) Нулевое значение угла D) Постоянный момент сил

	6. Какой из параметров ориентации наиболее удобен для программной реализации в системах реального времени? А) Углы Эйлера В) Матрица направляющих косинусов С) Кватернионы D) Декартовы координаты 7. Какой тип преобразования используется для анализа линейных динамических систем? А) Преобразование Фурье В) Преобразование Лапласа С) Преобразование Коши D) Преобразование Гильберта 8. Как называется функция, которая связывает входной и выходной сигнал системы в частотной области? А) Передаточная функция В) Импульсная характеристика С) Корреляционная функция D) Спектральная плотность
--	---

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 5/3 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 6/3 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 организованные 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 последствий 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. Дубина, И. Н. Математические методы: основы теории игр: учебное пособие для СПО / И. Н. Дубина. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-4488-1940-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/138137.html>

2. Мокрова Н.В. Математические основы управления: учебно-методическое пособие / Мокрова Н.В., Дорошенко А.В. — Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2020. — 54 с. — ISBN 978-5-7264-2150-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101798.html>

Дополнительная литература³

3. Завьялов, В. А. Математические основы управления технологическими процессами: конспект лекций / В. А. Завьялов, В. А. Величкин. — Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 116 с. — ISBN 978-5-7264-3454-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140485.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>

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

Современные профессиональные базы данных

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

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

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

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

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

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

Комплект лицензионного программного обеспечения

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

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

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 (12 столов, 24 стула, доска аудиторная), стол преподавателя, стул преподавателя). <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 1; 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
--------------------------------------	---