

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:
637517d24e103c3db032acf37e159498a1a51d2f5eb0e29ad6c17f63985447



Образовательное частное 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
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника
(уровень бакалавриат)

Направленность (профиль):
«Промышленная робототехника»

Форма обучения: очная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль: «Промышленная робототехника» / Р. М. Байгулов – 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>Р. М. Байгулов, к. т. н.</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры цифровой экономики и инновационной деятельности 20.06.2025г., протокол №9

Заведующий кафедрой _____ /А. А. Панарин, д. э. н., профессор
(подпись)

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

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование систем» является формирование у студентов фундаментальных знаний и практических навыков применения математических методов для описания, анализа и синтеза систем управления движением объектов и их навигации в пространстве.

К основным задачам освоения дисциплины «Моделирование систем» следует отнести: освоение основных понятий и законов теории комплексных и гиперкомплексных чисел; изучение параметров ориентации твёрдого тела и методы их преобразования; углубление знаний по кинематике и динамике движения летательных аппаратов и гироскопических систем; ознакомление с основами операционного исчисления и теории случайных процессов.

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-14	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-14.1. Знает логику построения и принципы функционирования современных языков программирования и языков работы с базами данных, сред разработки информационных систем и технологий, принципы разработки алгоритмов и компьютерных программ; современные языки программирования и языки работы с базами данных, среды разработки информационных систем и технологий ОПК-14.2. Умеет применять современные языки программирования для разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения, вести базы данных и информационные хранилища, применять современные программные среды разработки информационных систем и технологий; анализировать профессиональные задачи, разрабатывать подходящие ИТ-решения ОПК-14.3. Владеет навыками разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения; отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач
ПК-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные	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)
	устройства и средства вычислительной техники	

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование систем» 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				64				44		36 Экзамен
Итого по дисциплине										
4				64				44		36 Экзамен

Тематический план дисциплины Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
5 семестр						
Тема 1. Основные понятия моделирования		6	4			10
Тема 2. Моделирование систем.		6	4			10

Тема 3. Основные схемы моделирования систем		6	4			10
Тема 4. Инструментальные системы моделирования.		6	4			10
Тема 5. Построение моделей систем		5	4			9
Тема 6. Основные формы моделей матричных систем		5	4			9
Тема 7. Моделирование распределенных систем		5	4			9
Тема 8. Геометрическое и графическое моделирование объектов и систем		5	4			9
Тема 9. Моделирование динамических систем в пространстве состояний.		5	3			8
Тема 10. Обработка и анализ результатов моделирования систем		5	3			8
Тема 11. Стохастическое моделирование		5	3			8
Тема 12. Моделирование при разработке и анализе систем		5	3			8
Экзамен					36	36
итого за 5 семестр		64	44		36	144

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
5 семестр	
Тема 1. Основные понятия моделирования	Понятие модели и моделирования. Классификация моделей: физические, абстрактные, математические, имитационные и др. Цели и задачи моделирования. Принципы

	моделирования: адекватность, упрощение, наглядность, целенаправленность. Этапы процесса моделирования.
Тема 2. Моделирование систем.	Понятие системы: элементы, связи, структура, входы, выходы. Виды систем. Системный подход в моделировании. Цели и задачи моделирования систем. Влияние среды на систему и обратная связь.
Тема 3. Основные схемы моделирования систем	Функциональные схемы. Структурные схемы (графы, блок-схемы). Логико-математические схемы. Имитационное моделирование. Дискретно-событийное моделирование. Агентное моделирование.
Тема 4. Инструментальные системы моделирования.	Обзор программных средств моделирования: MATLAB/Simulink, AnyLogic, GPSS, Arena, Vensim и др. Назначение и возможности инструментальных систем. Встроенные библиотеки объектов и компонентов. Поддержка различных типов моделей. Интеграция с другими программными продуктами.
Тема 5. Построение моделей систем	Этапы разработки модели. Выбор уровня детализации модели. Методология построения модели. Проверка адекватности модели реальной системе. Учет ограничений и допущений при построении модели.
Тема 6. Основные формы моделей матричных систем	Представление систем в виде матриц. Матричная форма описания линейных систем. Структурные матрицы. Передаточные матрицы и их применение. Анализ систем на основе матричных методов.
Тема 7. Моделирование распределенных систем	Особенности распределенных систем. Пространственно-временное описание. Модели поля и потока. Дифференциальные уравнения в частных производных как основа моделирования. Численные методы решения для распределенных систем.
Тема 8. Геометрическое и графическое моделирование объектов и систем	Графическое представление систем: диаграммы, графы, схемы. Использование CAD-систем для геометрического моделирования. Трехмерное моделирование объектов. Графические методы анализа систем. Применение визуализации для интерпретации результатов моделирования.
Тема 9. Моделирование динамических систем в пространстве состояний.	Понятие пространства состояний. Уравнения состояния: дифференциальные и разностные. Переход от передаточных функций к пространству состояний. Анализ устойчивости, управляемости и наблюдаемости. Решение уравнений состояния.
Тема 10. Обработка и анализ результатов моделирования систем	Методы обработки результатов моделирования. Статистическая обработка данных. Интерпретация результатов. Визуализация результатов моделирования. Оценка точности и достоверности моделирования.
Тема 11. Стохастическое моделирование	Понятие случайных процессов в системах. Метод Монте-Карло. Использование случайных чисел и датчиков случайных величин. Вероятностные модели систем. Оценка рисков и неопределенности в моделях.
Тема 12. Моделирование при разработке и анализе систем	Применение моделирования на этапах жизненного цикла систем. Использование моделей для прогнозирования поведения систем. Оптимизация параметров систем с

	помощью моделирования. Поддержка принятия решений на основе моделирования. Примеры применения моделирования в технике, экономике, экологии и других областях.
--	---

Занятия семинарского типа (Практические занятия)

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

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

Тема 1. Основные понятия моделирования

1. Основные операции с комплексными числами.
2. Переход между алгебраической, тригонометрической и показательной формами.
3. Кватернионы: определение, сложение, умножение.
4. Поворот вектора в пространстве с использованием кватернионов.

Тема 2. Моделирование систем.

1. Кватернионы: определение, сложение и умножение.
2. Сопряжение и норма кватерниона.
3. Поворот вектора с помощью кватернионов.
4. Применение кватернионов в компьютерной графике и робототехнике.

Тема 3. Основные схемы моделирования систем

1. Теорема Эйлера о конечном повороте.
2. Матрица направляющих косинусов: построение и свойства.
3. Вычисление угла и оси конечного поворота

Тема 4. Инструментальные системы моделирования.

1. Углы Эйлера–Крылова: последовательность поворотов.
2. Преобразование углов Эйлера в матрицу поворота.
3. Особенности параметризации: проблема "gimbal lock".
4. Направляющие косинусы как основа матрицы перехода.

Тема 5. Построение моделей систем

1. Преобразование Лапласа: оригиналы и изображения.
2. Обратное преобразование Лапласа.
3. Передаточные функции линейных систем.
4. Решение дифференциальных уравнений методом операционного исчисления.

Тема 6. Основные формы моделей матричных систем

1. Параметры Родрига–Гамильтона: определение и вычисления.
2. Преобразование между различными системами параметров ориентации.
3. Реализация алгоритма вычисления ориентации на практике.
4. Сравнение эффективности различных методов представления ориентации.

Тема 7. Моделирование распределенных систем

1. Конструкция и принцип действия гироскопа.
2. Вывод уравнений движения относительно подвижных осей.
3. Действие внешних моментов сил на гироскоп.

Тема 8. Геометрическое и графическое моделирование объектов и систем

1. Прецессия и нутация: физический смысл и расчёт.
2. Реакция гироскопа на возмущения.
3. Моделирование движения гироскопа в программной среде.

Тема 9. Моделирование динамических систем в пространстве состояний

1. Преобразование Лапласа: оригиналы и изображения.
2. Таблицы преобразования Лапласа и их использование.
3. Обратное преобразование Лапласа.

Тема 10. Обработка и анализ результатов моделирования систем

1. Передаточные функции линейных систем.
2. Частотные характеристики систем управления.
3. Решение линейных дифференциальных уравнений методом Лапласа.

Тема 11. Стохастическое моделирование

1. Вычисление характеристик случайных процессов.
2. Анализ стационарности и эргодичности.
3. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция.

Тема 12. Моделирование при разработке и анализе систем

1. Моделирование белого шума и броуновского движения.
2. Основы фильтрации: фильтр Калмана.

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
2 семестр	
Тема 1. Основные понятия моделирования	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ;
Тема 2. Моделирование систем.	
Тема 3. Основные схемы моделирования систем	

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Тема 4. Инструментальные системы моделирования.	- участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 5. Построение моделей систем	
Тема 6. Основные формы моделей матричных систем	
Тема 7. Моделирование распределенных систем	- 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 8. Геометрическое и графическое моделирование объектов и систем	
Тема 9. Моделирование динамических систем в пространстве состояний.	
Тема 10. Обработка и анализ результатов моделирования систем	
Тема 11. Стохастическое моделирование	
Тема 12. Моделирование при разработке и анализе систем	

5.1. Примерная тематика эссе¹

3. Роль комплексных чисел в моделировании гармонических колебаний.
4. Гиперкомплексные числа: обзор систем и их математические свойства.
5. Кватернионы как эффективный инструмент представления поворотов в трёхмерном пространстве.
6. Дуальные числа и их применение в кинематике механизмов.
7. Теорема Эйлера о конечном повороте: физический смысл и аналитическое выражение.
8. Матрица направляющих косинусов: свойства и практическое применение.
9. Ось и угол конечного поворота: методы вычисления и интерпретация.
10. Особенности последовательных поворотов и зависимость от порядка операций.
11. Углы Эйлера–Крылова: преимущества и ограничения в задачах ориентации.
12. Проблема "gimbal lock" и пути её преодоления в современных системах навигации.
13. Параметры Родрига–Гамильтона: сравнительный анализ с другими системами координат.
14. Преобразование между различными параметрами ориентации: алгоритмы и реализация.
15. Устройство и принцип действия трехстепенного астатического гироскопа.
16. Вывод уравнений движения гироскопа относительно подвижных осей.
17. Прецессия и нутация: физическая природа и расчётные методы.
18. Реакция гироскопа на внешние возмущения и её использование в стабилизационных системах.
19. Преобразование Лапласа: основные понятия и области применения.
20. Передаточные функции линейных систем: связь с дифференциальными уравнениями.
21. Анализ устойчивости систем управления с помощью частотных характеристик.
22. Решение начальных задач методом операционного исчисления.
23. Характеристики случайных процессов: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция.

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

24. Стационарные и эргодические процессы: особенности и анализ.
25. Спектральная плотность мощности: связь с корреляционной функцией и практическое значение.
26. Белый шум и его влияние на точность измерительных систем.
27. Использование кватернионов в навигационных системах беспилотных летательных аппаратов.
28. Фильтр Калмана: основы теории и практическая реализация.
29. Моделирование движения объекта в реальном времени с использованием инерциальных датчиков.
30. Современные технологии цифровой обработки сигналов в системах управления.
31. Интеграция данных от различных сенсоров в единую систему навигации.
32. Перспективы развития математических методов в задачах автономной навигации.

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Тип задания
Тема 1. Основные понятия моделирования	Привести 5 примеров моделей из повседневной жизни и указать их типы
Тема 2. Моделирование систем.	Выбрать любую реальную систему (например, библиотека, интернет-магазин) и описать её элементы, связи, входы и выходы.
Тема 3. Основные схемы моделирования систем	Построить функциональную схему системы "продажа билетов онлайн".
Тема 4. Инструментальные системы моделирования.	Изучить возможности одной из программных сред моделирования (MATLAB/Simulink, AnyLogic, Vensim, GPSS).
Тема 5. Построение моделей систем	Описать этапы построения модели на примере прогнозирования погоды.
Тема 6. Основные формы моделей матричных систем	Построить матрицу смежности для графа, содержащего 6 вершин и несколько рёбер.
Тема 7. Моделирование распределенных систем	Описать систему "распределение тепла в комнате": какие параметры меняются в пространстве и времени?
Тема 8. Геометрическое и графическое моделирование объектов и систем	Создать 3D-модель простого механизма (например, шестерёнчатой передачи) в CAD-системе (AutoCAD, SolidWorks и др.).
Тема 9. Моделирование динамических систем в пространстве состояний.	Решить систему дифференциальных уравнений $dx/dt = Ax + Bu$ аналитически или численно.
Тема 10. Обработка и анализ результатов моделирования систем	Построить график зависимости выходного параметра от времени по данным моделирования.
Тема 11. Стохастическое моделирование	Реализовать численный эксперимент методом Монте-Карло для оценки площади круга.
Тема 12. Моделирование при разработке и анализе систем	Выбрать систему и построить её модель.

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-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения		
ОПК-14.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-14.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-14.3	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 экзамену)

1. Понятия модель и моделирование
2. Виды моделей
3. Множественность моделей
4. Задачи и функции моделей
5. Применение моделирования при построении систем
6. Применение моделирования при построении информационных систем
7. Основные понятия теории систем
8. Особенности математического моделирования
9. Особенности имитационного моделирования
10. Использование и особенности компьютерного моделирования
11. Виды моделей систем
12. Разработка и реализация моделей систем.
13. Формы представления логической структуры
14. Интерпретация результатов моделирования
15. Особенности имитационного моделирования
16. Моделирования случайных событий
17. Моделирование группы событий

18. Программные комплексы моделирования
19. Планирование экспериментов. (ПФЭ)
20. Статистическая обработка результатов модельного эксперимента (МНК)
21. Моделирование систем массового обслуживания
22. Основные направления развития моделирования
23. Корреляционный анализ моделей
24. Геометрическое моделирование систем
25. Понятие сложной системы
26. Понятие модели "Черный ящик"
27. Основные понятия объекто-ориентированного моделирования
28. Понятие математической модели 13
29. Параметры модели и их измерение
30. Общая схема построения модели
31. Методы построения математических моделей
32. Системный анализ объекта моделирования
33. Структура системы и ее отображение
34. Устойчивость систем
35. Системы управления и их виды
36. Положительная и отрицательная обратная связь
37. Параметры систем и их виды
38. Технологии 3-D моделирования
39. "Мягкие" и жесткие модели
40. Агентные модели

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-14	1. Что такое модель? a) Точное описание реального объекта b) Упрощённое представление реального объекта или процесса c) Программа для расчёта параметров системы d) Физический прототип устройства 2. Какой тип модели используется для описания поведения системы во времени с помощью уравнений? a) Статическая модель b) Динамическая модель c) Матричная модель d) Графовая модель 3. Какая система имеет случайные входы и/или выходы? a) Детерминированная система b) Дискретная система c) Стохастическая система d) Непрерывная система 4. Какой метод моделирования предполагает использование случайных чисел? a) Метод конечных разностей b) Метод Монте-Карло c) Метод структурного анализа d) Метод графического моделирования 5. Как называется этап моделирования, на котором определяется, насколько модель соответствует реальной системе?

	a) Верификация b) Валидация c) Имитация d) Абстракция 6. Какой инструмент позволяет строить имитационные модели с агентами? a) Microsoft Excel b) AnyLogic c) AutoCAD d) Notepad++ 7. Какое уравнение используется при моделировании систем в пространстве состояний? a) $y = ax + b$ b) $dx/dt = Ax + Bu$ c) $F = ma$ d) $PV = nRT$
ПК-1	1. Какой тип модели лучше всего подходит для описания транспортной сети? a) Стохастическая b) Матричная c) Распределенная d) Графовая 2. Какие модели описывают системы, параметры которых изменяются непрерывно во времени? a) Дискретные модели b) Непрерывные модели c) Смешанные модели d) Статические модели 3. Что представляет собой матрица смежности? a) Описание связей между элементами системы b) Передаточную функцию системы c) График изменения параметров d) Случайное распределение 4. Какой из перечисленных этапов не относится к процессу моделирования? a) Построение модели b) Анализ данных c) Создание физического прототипа d) Интерпретация результатов 5. Какой вид моделирования используется для анализа сложных геометрических объектов? a) Графическое моделирование b) Динамическое моделирование c) Стохастическое моделирование d) Системное моделирование 6. Какой тип модели используется при анализе температурного поля в помещении? a) Линейная модель b) Дискретная модель c) Распределенная модель d) Стохастическая модель 7. Что такое верификация модели? a) Проверка точности модели по отношению к реальности

	b) Проверка правильности реализации модели c) Выбор типа модели d) Изменение параметров модели
--	--

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 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. Афонин, В. В. Моделирование систем: учебное пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин. — 4-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 269 с. — ISBN 978-5-4497-2413-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133951.html>

2. Гончаренко А.Н. Моделирование систем. Описание современных подходов к моделированию систем: методическое пособие / Гончаренко А.Н. — Москва: Издательский Дом МИСиС, 2020. — 32 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116946.html>

Дополнительная литература³

3. Гончаренко, А. Н. Моделирование систем: лабораторный практикум / А. Н. Гончаренко. — Москва: Издательский Дом МИСиС, 2022. — 56 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129745.html>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: интернет-ресурсы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

Интернет-ресурсы

URL: <https://www.IPRsmarthop.ru/> – электронно-библиотечная система IPRsmart.

Информационно-справочные и поисковые системы

Справочная правовая система «КонсультантПлюс»: <http://www.con-sultant.ru>

Современные профессиональные базы данных

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

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

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

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

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

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

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, 11 стульев, доска аудиторная), стол преподавателя, стул преподавателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 11; мультимедийное оборудование (проектор, экран). Программное обеспечение: САПР КОМПАС-3D V22; САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ 2023.
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