

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

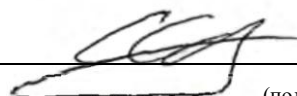
УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование робототехнических систем»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Савельев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)


С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование робототехнических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности/специализации «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности»

ПК-2 «Способен проводить расчетные и конструкторские работы по проектированию и созданию объектов профессиональной деятельности с использованием средств цифрового инжиниринга»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием и проектированием роботов и робототехнических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области математического моделирования, проектирования и создания технической документации необходимых для успешного решения профессиональных задач в научных исследованиях, проектировании и обслуживании роботов и робототехнических систем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности	ПК-1.3.2 знает методы разработки алгоритмов и программного обеспечения, математических моделей объектов профессиональной деятельности, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен проводить расчетные и конструкторские работы по проектированию и созданию объектов профессиональной деятельности с использованием средств цифрового инжиниринга	ПК-2.У.1 умеет осуществлять моделирование процессов и проектирование объектов профессиональной деятельности с использованием систем компьютерного проектирования и цифрового инжиниринга

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика Математический анализ»,
- «Инженерная и компьютерная графика»,
- «Теоретическая механика»,
- «Прикладная механика»,
- «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств»,
- «Информационные устройства и системы в робототехнике».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Управление роботами и робототехническими системами»,
- «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем»,

– «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	21	21
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Раб.	Экз., Курс. Раб.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Этапы проектирования робототехнической системы Тема 1.1. Техническое задание. Проектное задание. Эскизный проект. Технический проект. Тема 1.2. Разработка структурно-алгоритмического обеспечения проекта. Аппаратная реализация системы управления роботом. Тема 1.3. Программная реализация робототехнической системы. Расчет надежности робототехнической системы. Испытания роботов и робототехнических систем.	2				2

<p>Раздел 2. Основные теоретические положения и роль математического моделирования в создании роботов и РТС</p> <p>Тема 2.1. Основные теоретические положения и роль математического моделирования в создании сложных технических объектов.</p> <p>Тема 2.2. Методология моделирования.</p> <p>Постановка задач оптимизации.</p>	2				2
<p>Раздел 3. Применение САПР при конструировании и расчете элементов и узлов роботов РТС</p> <p>Тема 3.1. Применение САПР при конструировании и расчете элементов и узлов электромеханических систем. Понятие САПР. Классификация САПР (CAD, CAE, CAM).</p> <p>Тема 3.2. Геометрическое моделирование в CAD-пакетах. Применение CAE-систем. Автоматизация процесса расчета.</p> <p>Тема 3.3. Применение PDM-систем при проектировании РТС.</p>	2		7		2
<p>Раздел 4. Робототехнические комплексы. Назначение, состав и классификация робототехнических комплексов.</p> <p>Тема 4.1. Назначение робототехнических комплексов. Состав и классификация робототехнических комплексов.</p> <p>Тема 4.2. Компоновка робототехнического комплекса и возможные траектории схвата манипулятора. Компоновочные схемы робототехнического комплекса. Анализ местных (частных) траекторий схвата манипуляторов.</p> <p>Тема 4.3. Особенности использования нескольких роботов в одном робототехническом комплексе. Использование нескольких роботов в одном робототехническом комплексов.</p> <p>Тема 4.4. Межстаночные траектории схватов. Межстанционные траектории как функции числа схватов и организации производственной сцены.</p>	4				2

Раздел 5. Общие сведения о проектировании роботов и робототехнических систем. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем. Тема 5.1. Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Общие сведения о проектировании роботов. Принципы проектирования роботов. Тема 5.2. Моделирование и анализ роботов. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем. Основные понятия структуры и кинематики манипуляторов. Тема 5.3. Понятие о структуре манипуляционных систем. Классификация кинематических пар манипуляционных механизмов. Классификация переносных степеней подвижности манипулятора с последовательной кинематикой. Классификация переносных степеней подвижности по системам координат. Классификация ориентирующих степеней подвижности.	4				2
Раздел 6. Инженерный анализ роботов и РТС. Тема 6.1. Применение метода конечных элементов (МКЭ) при расчете элементов и узлов электромеханических систем. Тема 6.2. Анализ напряженно-деформированного состояния.	3		6		2
Раздел 7. Цифровое проектирование. Цифровые двойники РТС. Имитационное моделирование. Тема 7.1. Цифровое проектирование. Цифровые двойники РТС. Тема 7.2. Имитационное моделирование.			4		2
Выполнение курсовой работы				17	7
Итого в семестре:	17		17	17	21
Итого	17	0	17	17	21

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Этапы проектирования робототехнической системы Тема 1.1. Техническое задание. Проектное задание. Эскизный проект. Технический проект. Лекция-беседа. Знать: структуру и содержание ТЗ, требования ГОСТ к проектной документации, отличия эскизного и технического проектов. Уметь: формулировать требования к РТС, составлять разделы ТЗ, анализировать техническую документацию. Владеть: навыками работы с нормативными документами, методами декомпозиции проектных задач Тема 1.2. Разработка структурно-алгоритмического обеспечения проекта.

	<p>Аппаратная реализация системы управления роботом. Лекция-беседа. Знать: типовые архитектуры СУ, классификацию микроконтроллеров и сенсоров, принципы модульного проектирования. Уметь: разрабатывать структурные схемы, выбирать компоненты по техническим характеристикам, строить алгоритмы управления. Владеть: инструментами моделирования алгоритмов (MATLAB/Simulink, Blockly), навыками чтения электрических схем.</p> <p>Тема 1.3. Программная реализация робототехнической системы. Расчет надежности робототехнической системы. Испытания роботов и робототехнических систем. Лекция-беседа. Знать: методы программирования роботов (текстовое, визуальное), показатели надежности (MTBF, вероятность безотказной работы), виды испытаний. Уметь: писать код управления, рассчитывать показатели надежности, планировать и проводить испытания. Владеть: языками программирования (Python, C++), методами статистической обработки данных испытаний.</p>
2	<p>Раздел 2. Основные теоретические положения и роль математического моделирования в создании роботов и РТС</p> <p>Тема 2.1. Основные теоретические положения и роль математического моделирования в создании сложных технических объектов. Лекция-беседа. Знать: типы моделей (аналитические, имитационные, статистические), этапы построения модели, критерии адекватности. Уметь: выбирать тип модели под задачу, формулировать допущения, интерпретировать результаты моделирования. Владеть: методами верификации моделей, основами теории подобия и размерностей.</p> <p>Тема 2.2. Методология моделирования. Постановка задач оптимизации. Лекция-беседа. Знать: классификацию задач оптимизации (линейные, нелинейные, многокритериальные), методы решения (градиентные, генетические). Уметь: формулировать целевую функцию и ограничения, выбирать метод оптимизации, анализировать результаты. Владеть: инструментами оптимизации (SciPy, Optimization Toolbox), методами визуализации многомерных данных.</p>
3	<p>Раздел 3. Применение САПР при конструировании и расчете элементов и узлов роботов РТС</p> <p>Тема 3.1. Применение САПР при конструировании и расчете элементов и узлов электромеханических систем. Понятие САПР. Классификация САПР (CAD, CAE, CAM). Лекция-беседа. Знать: назначение и возможности CAD/CAE/CAM-систем, форматы данных, принципы интеграции в PLM-цикл. Уметь: выбирать САПР под задачу, импортировать/экспортировать модели, организовывать совместную работу. Владеть: базовыми операциями в одной из САПР (КОМПАС-3D, SolidWorks, Fusion 360), пониманием PDM-архитектуры.</p> <p>Тема 3.2. Геометрическое моделирование в CAD-пакетах. Применение CAE-систем. Автоматизация процесса расчета. Лекция-беседа. Знать: типы геометрических примитивов, методы построения сечений, виды расчетов в CAE (статика, динамика, тепловые). Уметь: создавать параметрические 3D-модели, накладывать граничные условия, интерпретировать результаты расчетов. Владеть: инструментами эскизирования, операций выдавливания/вращения, сеточной генерации, постпроцессинга.</p> <p>Тема 3.3. Применение PDM-систем при проектировании РТС. Лекция-беседа. Знать: архитектуру PDM-систем, принципы версионирования, рабочие процессы (workflow), права доступа. Уметь: регистрировать изделия в системе, управлять версиями, организовывать маршруты согласования. Владеть: навыками работы с одной из PDM-систем (SolidWorks PDM, LOCA, Teamcenter), пониманием жизненного цикла данных.</p>
4	<p>Раздел 4. Робототехнические комплексы. Назначение, состав и классификация робототехнических комплексов.</p> <p>Тема 4.1. Назначение робототехнических комплексов. Состав и классификация робототехнических комплексов. Лекция-беседа. Знать: классификацию РТК по назначению, степени автоматизации, состав типового комплекса (робот, контроллер,</p>



	<p>периферия). Уметь: анализировать техническое задание на РТК, подбирать состав оборудования, оценивать функциональные возможности. Владеть: методами функционально-стоимостного анализа, навыками чтения функциональных схем РТК.</p> <p>Тема 4.2. Компонировка робототехнического комплекса и возможные траектории схвата манипулятора. Компонировочные схемы робототехнического комплекса. Анализ местных (частных) траекторий схвата манипуляторов. Лекция-беседа. Знать: типы компоновочных схем, понятие рабочей зоны, методы описания траекторий (декартовы, угловые координаты). Уметь: строить карты рабочей зоны, анализировать достижимость точек, планировать траектории схвата. Владеть: инструментами кинематического анализа, методами визуализации траекторий в САПР.</p> <p>Тема 4.3. Особенности использования нескольких роботов в одном робототехническом комплексе. Использование нескольких роботов в одном робототехническом комплексе. Лекция-беседа. Знать: архитектуры управления группой роботов, методы синхронизации, принципы предотвращения коллизий. Уметь: планировать совместные операции, распределять задачи между роботами, моделировать взаимодействие. Владеть: методами декомпозиции задач, основами теории расписаний, инструментами имитационного моделирования.</p> <p>Тема 4.4. Межстаночные траектории схватов. Межстаночные траектории как функции числа схватов и организации производственной сцены. Лекция-беседа. Знать: типы траекторий (точечные, непрерывные), методы оптимизации пути, влияние организации сцены на эффективность. Уметь: рассчитывать время цикла, оптимизировать маршруты, учитывать ограничения по скорости и ускорению. Владеть: алгоритмами поиска пути (<math>A^*</math>, RRT), методами сглаживания траекторий, анализом временных диаграмм.</p>
5	<p>Раздел 5. Общие сведения о проектировании роботов и робототехнических систем. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем.</p> <p>Тема 5.1. Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Общие сведения о проектировании роботов. Принципы проектирования роботов. Лекция-беседа. Знать: классификацию по ГОСТ/ISO, технические характеристики (грузоподъемность, точность, повторяемость), принципы модульности и унификации. Уметь: подбирать робота по техническому заданию, анализировать ТТХ, формулировать требования к проектированию. Владеть: методами сравнительного анализа, навыками работы с каталогами производителей, пониманием стандартов.</p> <p>Тема 5.2. Моделирование и анализ роботов. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем. Основные понятия структуры и кинематики манипуляторов. Лекция-беседа. Знать: типы кинематических схем (последовательные, параллельные, гибридные), формулы подвижности, понятия прямой и обратной кинематики. Уметь: строить кинематические схемы, рассчитывать степени подвижности, формулировать уравнения кинематики. Владеть: методом Денавита-Хартенберга, инструментами символьных вычислений, основами матричной алгебры.</p> <p>Тема 5.3. Понятие о структуре манипуляционных систем. Классификация кинематических пар манипуляционных механизмов. Классификация переносных степеней подвижности манипулятора с последовательной кинематикой. Классификация переносных степеней подвижности по системам координат. Классификация ориентирующих степеней подвижности. Лекция-беседа. Знать: классификацию кинематических пар (вращательная, поступательная, цилиндрическая и др.), типы переносных и ориентирующих движений. Уметь: идентифицировать тип пары по конструкции, классифицировать степени подвижности по системам координат. Владеть: навыками анализа кинематических схем, методами синтеза механизмов с заданными свойствами.</p>

6	<p>Раздел 6. Инженерный анализ роботов и РТС.</p> <p>Тема 6.1. Применение метода конечных элементов (МКЭ) при расчете элементов и узлов электромеханических систем. Лекция-беседа. Знать: физические основы МКЭ, типы конечных элементов, этапы подготовки и проведения расчета. Уметь: готовить геометрию к расчету, выбирать тип сетки и элементов, задавать материалы и нагрузки. Владеть: интерфейсом CAE-модуля, методами оценки сходимости решения.</p> <p>Тема 6.2. Анализ напряженно-деформированного состояния. Лекция-беседа. Знать: теорию напряжений и деформаций, критерии прочности (Мизес, Треска), понятия запаса прочности и усталости. Уметь: анализировать поля напряжений, выявлять концентраторы, предлагать меры по усилению конструкции. Владеть: методами постпроцессинга, визуализации результатов, оценки соответствия нормативным требованиям.</p>
7	<p>Раздел 7. Цифровое проектирование. Цифровые двойники РТС. Имитационное моделирование.</p> <p>Тема 7.1. Цифровое проектирование. Цифровые двойники РТС. Лекция-беседа. Знать: концепцию Digital Twin, архитектуру цифрового двойника, связь с реальным объектом (IoT, данные в реальном времени). Уметь: формировать структуру цифрового двойника, настраивать обмен данными, использовать двойник для прогнозирования. Владеть: инструментами моделирования, основами работы с потоками данных.</p> <p>Тема 7.2. Имитационное моделирование. Лекция-беседа. Знать: типы имитационных моделей (дискретные, непрерывные, агентные), платформы для моделирования (Gazebo, Webots, V-REP). Уметь: создавать сценарии моделирования, настраивать физику и сенсоры, анализировать статистику экспериментов. Владеть: языками сценариев имитации, методами планирования экспериментов, статистической обработкой результатов.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Разработка 3D модели в САПР	4	4	3
2	Работа со сборкой в САПР	7	7	3
3	Анализ напряженно-деформированного	4	4	6

	состояния			
4	Разработка имитационной модели	2	2	7
	Всего	17	17	

#### 4.5. Выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: формирование у студентов практических навыков в моделировании, проектировании и создании технической документации узлов и механизмов роботов и мехатронных устройств.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	4	4
Курсовое проектирование (КП, КР)	10	10
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	3
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	21	21

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: <a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/2111400">https://znaniu.m.com/catalog/product/2111400</a>	1) Математическое моделирование и проектирование : учебное пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 181 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/textbook_59688803c3cb35.15568286. - ISBN 978-5-	

	16-012890-0.	
URL: <a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/1819599">https://znaniu.m.com/catalog/product/1819599</a>	Пискажова, Т. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Т. В. Пискажова, Т. В. Донцова, Г. Б. Даныкина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 230 с. - ISBN 978-5-7638-4184-8.	
URL: <a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/2009703">https://znaniu.m.com/catalog/product/2009703</a>	Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учебник / В. С. Зарубин. - 3-е изд. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2010. - 497 с. - (Математика в техническом университете. Вып. XXI). - ISBN 978-5-7038-3194-6.	
URL: <a href="https://znaniu.m.ru/catalog/product/2082910">https://znaniu.m.ru/catalog/product/2082910</a>	Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2024. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011996-0.	
URL: <a href="https://znaniu.m.ru/catalog/product/2134399">https://znaniu.m.ru/catalog/product/2134399</a>	Черепашков, А. А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении : учебное пособие / А. А. Черепашков, Н. В. Носов. - Санкт-Петербург : Проспект науки, 2024. - 592 с. - ISBN 978-5-906109-61-3.	
URL: <a href="https://znaniu.m.ru/catalog/product/1167744">https://znaniu.m.ru/catalog/product/1167744</a>	Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления: учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 428 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0386-3.	
URL: <a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/1211604">https://znaniu.m.com/catalog/product/1211604</a>	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.] ; под. ред. П. В. Трусова. - Москва : Логос, 2020. - 440 с. - ISBN 978-5-98704-637-1.	
URL: <a href="https://znaniu.m.com/catalog/product/2086842">https://znaniu.m.com/catalog/product/2086842</a>	Истягина, Е. Б. Математическое моделирование : учебное пособие / Е. Б. Истягина, А. А. Пьяных, Т. А. Пьяных. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2022. - 124 с. - ISBN 978-5-7638-4557-0.	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекаточной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий **.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Какое место среди моделей занимают языковые модели и почему?	ПК-1.3.2
2	Дайте определение математической модели, используемое в технике.	ПК-2.У.1
3	Дайте определение математической модели технического объекта.	ПК-2.У.1
4	Приведите свой пример информационной модели.	ПК-2.У.1
5	Приведите примеры геометрических моделей, их назначение и роль в инженерной практике.	ПК-2.У.1
6	Дайте определение компьютерной модели.	ПК-2.У.1
7	Как определяется и на что влияет «точность» компьютерной модели?	ПК-1.3.2
8	На что влияет «удобство использования» компьютерной модели?	ПК-1.3.2
9	Какие методы и разновидности оптимизации вам известны?	ПК-1.3.2
10	Какой математический аппарат используется при реализации параметрической оптимизации?	ПК-1.3.2
11	Какие подходы применяют для структурной оптимизации?	ПК-1.3.2
12	Приведите основные преимущества компьютерного моделирования.	ПК-2.У.1
13	Назовите и прокомментируйте типичные концептуальные ошибки	ПК-1.3.2

	при проведении компьютерного проектирования.	ПК-2.У.1
14	Как оценивается «практическая ценность» компьютерной модели?	ПК-1.3.2
15	Что такое «адекватность» компьютерной модели?	ПК-1.3.2
16	В чем отличие процессорного и реального времени в моделировании?	ПК-1.3.2
17	Сформулируйте основные цели имитационного моделирования.	ПК-2.У.1
18	Приведите достоинства и недостатки вычислительного эксперимента по сравнению с исследованием реальной системы.	ПК-1.3.2
19	Что понимается под адекватностью компьютерной модели?	ПК-1.3.2
20	Что понимается под верификацией имитационных моделей?	ПК-1.3.2
21	Какие методы моделирования используются при проведении инженерного анализа?	ПК-1.3.2
22	Дайте определение САЕ-систем и области их использования.	ПК-1.3.2
23	Что такое МКЭ?	ПК-1.3.2
24	Что такое конечный элемент? Какие бывают типы конечных элементов?	ПК-1.3.2
25	Напишите соотношение, выражающее связь деформаций с перемещениями.	ПК-2.У.1
26	Что такое метод конечных объемов?	ПК-1.3.2
27	Какие методы используются для параметрической оптимизации?	ПК-1.3.2
28	Какие методы используются для структурной оптимизации?	ПК-1.3.2
29	Дайте определение векторной графической модели.	ПК-1.3.2
30	Дайте определение растровой графической модели.	ПК-1.3.2
31	Что такое pixel, вектор и «битовая карта»?	ПК-1.3.2
32	Поясните Терминологию и назначение показателя «Dri».	ПК-1.3.2
33	Поясните Терминологию и назначение показателя «Lpi».	ПК-1.3.2
34	Поясните назначение плоских компьютерных геометрических моделей.	ПК-1.3.2
35	Поясните назначение объемных компьютерных геометрических моделей.	ПК-1.3.2
36	Перечислите основные способы представления кривых.	ПК-1.3.2
37	Что такое произвольные кривые и какие существуют способы их представления?	ПК-1.3.2
38	Поясните особенности сплайнов Безье и NURBS.	ПК-1.3.2
39	Дайте определения геометрической аппроксимации и интерполяции.	ПК-1.3.2
40	Поясните термин «облако точек» и его назначение.	ПК-1.3.2
41	Для чего используются фасеточные поверхности?	ПК-1.3.2
42	Что такое и для чего используется Булева геометрия?	ПК-1.3.2
43	Опишите способы многотельного моделирования.	ПК-1.3.2
44	Поясните назначение и содержание операции выдавливания.	ПК-1.3.2
45	Поясните назначение и содержание операции вращения.	ПК-1.3.2
46	Поясните назначение и содержание операции по сечениям.	ПК-1.3.2
47	Для чего используется дерево построения геометрической модели?	ПК-1.3.2
48	Что такое сопряжения элементов сборки?	ПК-1.3.2
49	Опишите назначение и роль моделирования объемных сборок.	ПК-1.3.2
50	Расшифруйте аббревиатуру, дайте определение и поясните назначение САД-система.	ПК-1.3.2
51	Расшифруйте аббревиатуру, дайте определение и поясните	ПК-1.3.2



	назначение САМ-системы.	
52	Расшифруйте аббревиатуру, дайте определение и поясните назначение САЕ-системы.	ПК-1.3.2
53	Расшифруйте аббревиатуру, дайте определение и поясните назначение PDM-системы.	ПК-1.3.2
54	Дайте определение и поясните два толкования термина PLM.	ПК-1.3.2
55	Цифровое проектирование. Цифровые двойники.	ПК-1.3.2
56	Применение метода конечных элементов для инженерного анализа	ПК-1.3.2
57	Типы 3х мерных моделей в САД-системах.	ПК-1.3.2
58	Понятие САПР. Классификация САПР.	ПК-1.3.2
59	Виды обеспечения САПР.	ПК-1.3.2
60	Жизненный цикл роботов и РТС. Этапы жизненного цикла.	ПК-1.3.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы
1	Проектирование механизма поворота робота
2	Проектирование механизма линейного перемещения
3	Проектирование механизма зажима заготовки
4	Проектирование механизма поворота плеча ПР
5	Проектирование механизма поворота ПР
6	Проектирование механизма поворота стола
7	Проектирование схвата
8	Проектирование схвата с угловым перемещением губок
9	Проектирование механизма выдачи заготовок
10	Проектирование механизма вертикального перемещения

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p><b>I тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p>Дайте определение толкования термина PLM.</p> <p>А) концепция управления жизненным циклом изделия. Она обеспечивает управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и заканчивая производством;</p> <p>Б) концепция управления жизненным циклом изделия. Она обеспечивает</p>	ПК-1.3.2

	<p>управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла на производстве;</p> <p>В) концепция управления жизненным циклом изделия. Обеспечивает управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации;</p> <p>Г) концепция управления жизненным циклом изделия. Она обеспечивает управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла.</p>	
2	<p>Что такое математическая модель?</p> <p>А) точное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики;</p> <p>Б) любое множество объектов, на которых определены те или иные предикаты;</p> <p>В) приближённое описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической и геометрической символики.</p> <p>Г) приближённое описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.</p>	ПК-1.3.2
3	<p>Дайте определение имитационной модели.</p> <p>А) поведенческая математическая модель технического объекта, реализуемая материально;</p> <p>Б) алгоритмическая поведенческая математическая модель технического объекта, реализуемая на ЭВМ;</p> <p>В) алгоритмическая математическая модель технического объекта, реализуемая на ЭВМ;</p> <p>Г) алгоритмическая поведенческая математическая модель технического объекта, реализуемая материально.</p>	ПК-1.3.2
4	<p>Что такое инженерно-физическая модель?</p> <p>А) разновидность абстрактных, численных математических моделей, которые отражают основные закономерности физического состояния и функционирования технических объектов и процессов;</p> <p>Б) разновидность физических, численных абстрактных математических моделей, которые отражают основные закономерности физического состояния и функционирования технических объектов и процессов;</p> <p>В) разновидность абстрактных, физико-математических моделей, которые отражают основные закономерности физического состояния и функционирования технических объектов и процессов;</p> <p>Г) разновидность абстрактных, численных математических моделей, которые отражают полные закономерности состояния и функционирования технических объектов и процессов.</p>	ПК-1.3.2
5	<p>Символьная форма представляет собой –</p> <p>А) запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма;</p> <p>Б) описание модели с помощью естественного или формального математического языка безотносительно к методам дальнейшего численного решения;</p> <p>В) запись модели в виде математических формул или систем уравнений, допускающих аналитическое решение;</p> <p>Г) представление модели на некотором графическом языке, например, на</p>	ПК-1.3.2

	языке блок-схем, диаграмм, чертежей и т.п.	
6	<p>Что такое численная математическая модель?</p> <p>А) подразумевается представление в виде явно выраженных математическими формулами зависимостей;</p> <p>Б) подразумевается наличие известного алгоритма вычислений;</p> <p>В) подразумевается как наличие, так и отсутствие известного алгоритма вычислений;</p> <p>Г) подразумевается представление в виде явно выраженных математическими формулами зависимостей и наличие известного алгоритма вычислений</p>	ПК-1.3.2
7	<p>Что такое структурная модель?</p> <p>А) описывает не функционирование, а состав объектов или систем, их устройство, взаимосвязь составных частей;</p> <p>Б) описывает функционирование и состав объектов или систем, их взаимосвязь с внешней средой;</p> <p>В) описывает функционирование и работу объектов или систем;</p> <p>Г) описывает состав объектов или систем, их функционирование, устройство</p>	ПК-1.3.2
<p><b>2 тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
8	<p>Для чего в технике используются материальные модели?</p> <p>А) для построения в масштабе макета или прототипа</p> <p>Б) для построения в масштабе модели для проведения эксперимента с применением программного пакета САЕ</p> <p>В) для проведения натурального эксперимента</p> <p>Г) для проведения натурального и компьютерного эксперимента</p>	ПК-1.3.2
9	<p>Дайте определение терминов «модель».</p> <p>А) Модель – образ или прообраз (образец) какого-либо объекта или системы объектов, используемый при определённых условиях в качестве их «заместителя» или «представителя»;</p> <p>Б) Модель – представление системы в форме, отличной от формы её реального существования, который в процессе исследования замещает объект оригинал так, что его непосредственное изучение даёт новые знания об объекте-оригинале</p> <p>В) Модель – «описание» какого-либо объекта или явления на формальном языке некоторой научной теории;</p> <p>Г) Модель – представление системы в графической и математической форме, полностью повторяющие формы её реального существования</p>	ПК-1.3.2
10	<p>Какие виды математических моделей вам известны?</p> <p>А) символические (символьные)</p> <p>Б) числовые</p> <p>В) аналитические</p> <p>Г) геометрические</p>	ПК-1.3.2

11	В зависимости от природы модели бывают:  А) прочностные Б) материальные В) абстрактные Г) физические	ПК-1.3.2
12	Основные инженерные задачи, связанные с компьютерным моделированием трехмерных тел:  А) построение компьютерной физической модели уже существующего изделия или его материальной модели; Б) построение компьютерной модели уже существующего изделия или его материальной модели; В) синтез формы ранее не существовавшего проектируемого изделия; Г) синтез формы ранее существовавшего проектируемого изделия.	ПК-1.3.2
13	Выберете известные вам формы представления моделей при решении прикладных задач.  А) прочностные; Б) монтажные; В) аэродинамические; Г) термодинамические; Д) конструкторские; Е) технологические.	ПК-1.3.2
14	Перечислите основные компьютерные геометрические модели.  А) каркасные; Б) 2D-модели; В) прямые; Г) 3D-модели.	ПК-1.3.2
<b>3 тип.</b> Задание закрытого типа на установление соответствия  Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце		
15	Установите соответствие. Выберите свойства моделей важные для практического использования.  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> 1 адекватность   2 универсальность   3 экономичность   4 потенциальность </div> <div style="width: 65%;"> А) если отражает заданные свойства с приемлемой точностью;  Б) определяется числом и составом учитываемых в модели внешних и выходных параметров  В) модель, при которой желаемый результат достигается за то же время с той же точностью при учёте меньшего количества факторов при расчёте, называется простой  Г) модель характеризуется затратами вычислительных ресурсов для её реализации — затратами машинного времени и памяти.  Д) возможность получения новых знаний об исследуемом объекте с помощью применения модели. </div> </div>	ПК-2.У.1

16	<p>Установите соответствие математических моделей.</p> <p>1 математическая символическая (символьная) модель</p> <p>2 математическая аналитическая модель</p> <p>3 математическая численная модель</p>	<p>А) можно представить в виде явно выраженных математическими формулами зависимостей выходных параметров <math>Y</math> от параметров внутренних <math>Q</math> и внешних воздействий <math>X</math>.</p> <p>Б) оперирует значениями величин и их символьными обозначениями (идентификаторами)</p> <p>В) оперирует не значениями величин, а их символьными обозначениями (идентификаторами)</p> <p>Г) наличие известного алгоритма вычислений с известными значениями величин</p> <p>Д) наличие известного алгоритма вычислений</p>	ПК-2.У.1
17	<p>Установите соответствие терминов: динамическая модель; стохастическая модель; детерминированная модель; непрерывная или аналоговая модель.</p> <p>1 динамическая модель</p> <p>2 стохастическая модель</p> <p>3 детерминированная модель</p> <p>4 непрерывная или аналоговая модель</p>	<p>А) описывает поведение системы непрерывно во времени;</p> <p>Б) описывает стабильные состояния технических объектов и систем, в них не присутствует время в качестве независимой переменной;</p> <p>В) отражают поведение технических объектов или их системы, т.е. в них обязательно используется время как важная переменная модели;</p> <p>Г) описание некоторых сложных технических явлений</p> <p>Д) линейна и, как правило, подробно, по шагам описывают определенную последовательность действий или событий.</p>	ПК-2.У.1
18	<p>Установите соответствие. Что такое «абстрагирование» и «идеализация»?</p> <p>1 абстрагирование</p> <p>2 идеализация</p> <p>3 абстрагирование</p> <p>4 идеализация</p>	<p>А) позволяет выделить существенные (с точки зрения цели исследования) свойства оригинала, отвлекаясь от несущественных его свойств.</p> <p>Б) метод научного исследования, основанный на том, что при изучении некоторого объекта или явления не учитываются его несущественные стороны и признаки, что позволяет упрощать картину изучаемого явления</p> <p>В) мысленное конструирование понятий об объектах, не существующих или неосуществимых в действительности, но для которых имеются прообразы в реальном мире</p> <p>Г) построить адекватную теоретическую модель с идеализацией существующего оригинала</p> <p>Д) построить адекватную теоретическую модель</p>	ПК-2.У.1
19	<p>Установите соответствие для следующих терминов: физическое время; модельное время; процессорное время.</p>		ПК-2.У.1

	<p>1 физическое время</p> <p>2 модельное время</p> <p>3 процессорное время</p>	<p>А) представление физического времени в модели;</p> <p>Б) время работы процессора на компьютере.</p> <p>В) реальное время, которое соответствует непрерывному равномерному и последовательному течению физических процессов в моделируемой системе.</p> <p>Г) время работы моделирующей программы на компьютере.</p> <p>Д) представление реального времени в модели.</p>	
20	<p>Установите соответствие назначения для некоторых терминов: стержневой элемент, мембранный четырехугольный элемент, объемный элемент в форме тетраэдра, трехмерная оболочка, используемых в МКЭ.</p> <p>1 стержневой элемент</p> <p>2 мембранный четырехугольный элемент</p> <p>3 объемный элемент в форме тетраэдра</p> <p>4 трехмерная оболочка</p>	<p>А) моделирование несущих оболочек</p> <p>Б) моделирование конструкций с заполнителем</p> <p>В) моделирование ферм, стоек, ребер, поясов и других элементов каркаса изделия</p> <p>Г) моделирование изотропной обшивки и мембран</p> <p>Д) массивные изотропные детали машин</p>	ПК-2.У.1
21	<p>Установите соответствие терминов средств обеспечения системы автоматизированного проектирования (САПР):</p> <p>1 техническое обеспечение</p> <p>2 программное обеспечение</p> <p>3 математическое обеспечение</p> <p>4 информационное обеспечение</p>	<p>А) объединяет математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования;</p> <p>Б) представляется в виде программ для ЭВМ, базы данных, содержащей сведения, необходимые для выполнения проектирования.</p> <p>В) состоит из программ для ЭВМ, представленных как на машинных носителях, так и в виде текстовых документов;</p> <p>Г) совокупность связанных и взаимодействующих технических средств: ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства;</p> <p>Д) представляется в виде базы данных, содержащей сведения, необходимые для выполнения проектирования.</p>	ПК-2.У.1
<p><b>4 тип.</b> Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>			
22	<p>Укажите последовательность этапов математического моделирования</p> <p>А) проведение качественного и оценочно-количественный анализ построенной ММ;</p> <p>Б) создание работоспособной программы, реализующей этот алгоритм средствами вычислительной техники;</p> <p>В) осуществляют неформальный переход от рассматриваемого ТО к его расчетной схеме (РС);</p> <p>Г) обоснование выбора метода количественного анализа ММ, в разработке эффективного алгоритма вычислительного эксперимента;</p>		ПК-1.3.2

	<p>Д) использование в качестве рабочего инструмента для проведения вычислительного эксперимента и выработки на основе получаемой количественной информации практических рекомендаций, направленных на совершенствование ТО;</p> <p>Е) формальное, математическое описание РС;</p> <p>Ж) результаты вычислений должны прежде всего пройти тестирование путем сопоставления с данными количественного анализа упрощенного варианта ММ рассматриваемого ТО.</p>	
23	<p>Укажите последовательность этапов компьютерного моделирования.</p> <p>А) разработка алгоритмов для создания трёхмерных изображений;</p> <p>Б) электронные вычислительные машины Дж. фон Нейман;</p> <p>В) эксперименты с возможностью создания изображений с помощью компьютеров;</p> <p>Г) активное развитие программного обеспечения для 3D-моделирования;</p> <p>Д) формулирование основных принципов кибернетики Н. Винер;</p> <p>Е) технология виртуальной реальности (VR) и анимации.</p>	ПК-1.3.2
24	<p>Укажите последовательность основных этапов создания твердотельной детали.</p> <p>А) начертить 2D фигуру;</p> <p>Б) создать файл детали;</p> <p>В) произвести операцию выдавливания;</p> <p>Г) создать эскиз;</p> <p>Д) проверить замкнутость контура;</p> <p>Е) при необходимости повторить.</p>	ПК-1.3.2
25	<p>Укажите последовательность этапов алгоритма формирования и расчета конечно-элементной модели.</p> <p>А) расчёт для каждого конечного элемента;</p> <p>Б) решение полученной системы;</p> <p>В) построение геометрической модели;</p> <p>Г) формирование разрешающей системы линейных уравнений.;</p> <p>Д) оценка прочности конструкции.</p>	ПК-1.3.2
26	<p>Укажите последовательность основных этапов жизненного цикла изделия.</p> <p>А) производство;</p> <p>Б) проектирование;</p> <p>В) реализация продукции;</p> <p>Г) подготовка производства;</p> <p>Д) эксплуатация;</p> <p>Е) утилизация.</p>	ПК-1.3.2
27	<p>Укажите последовательность проектирования роботов.</p> <p>А) спецификация;</p> <p>Б) идея;</p> <p>В) техническое задание;</p> <p>Г) внедрение;</p> <p>Д) создание прототипа;</p> <p>Е) испытание.</p>	ПК-1.3.2
<p><b>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</b></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите</p>		

пропущенное слово/словосочетание		
28	Что такое физическое моделирование?	ПК-1.3.2
29	Приведите примеры знакового моделирования.	ПК-1.3.2
30	Перечислите основные приложения имитационного моделирования в технике:	ПК-1.3.2
31	Перечислите источники ошибок и погрешностей инженерного анализа	ПК-1.3.2
32	Дайте определение задач «синтеза» и «анализа».	ПК-1.3.2
33	Что такое оптимизация проектов.	ПК-1.3.2
34	Геометрическое моделирование. Понятие и функции.	ПК-1.3.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);



- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- лекционный материал представляется преподавателям устно;
- лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной;
- вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции;
- в основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов;
- заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение;
- отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

*Учебным планом не предусмотрено.*

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

*Учебным планом не предусмотрено.*

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6. Лабораторные работы следует выполнять в ходе прохождения курса, внимательно разбирая представленный методический материал преподавателем, с загрузкой выполненных работ в личный кабинет обучающегося в установленные в «Личном кабинете ГУАП» сроки для каждой работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении

лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Пояснительная записка к КП включает в себя:

- титульный лист;
- задание на курсовое проектирование;
- содержание пояснительной записки;
- введение;
- расчетно-графическая часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

Бланк задания на курсовое проектирование располагается после титульного листа.

В задании должны содержаться исходные данные и срок выполнения, с подписями руководителя и исполнителя.

Содержание представляет собой последовательное перечисление наименований разделов (подразделов), а также указание номеров страниц, на которых размещается начало разделов (подразделов). Содержание должно включать все заголовки, имеющиеся в работе, в том числе введение, заключение, список литературы и приложения.

Оформление расчетной и графической части. Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

Для подготовки пояснительной записки должен использоваться текстовый редактор.

Не допускается сдавать записку с формулами, вставленными в текст изображениями.

Страницы записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номера страниц следует располагать внизу страницы на титульном листе номер не ставится, но включается в общую нумерацию.

Заключение включает в себя перечень полученных результатов, которые имеют обобщенный вид. Выводы должны соответствовать цели и задачам выполняемой работы.

Выводы – это сжатая, краткая и обобщенная формулировка результатов выполненного проекта.

Список использованной литературы включает в себя учебную литературу и ссылки на интернет-источники, которые должны быть оформлены по ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

#### 11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по четырех бальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

#### 11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- выполнение курсового проекта с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при выполнении и сдаче: лабораторных работ, курсовой работы с оценкой не ниже «удовлетворительно», пройденному и сданному тестированию текущего контроля с оценкой не ниже «удовлетворительно», удовлетворительной посещаемости занятий.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой