

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

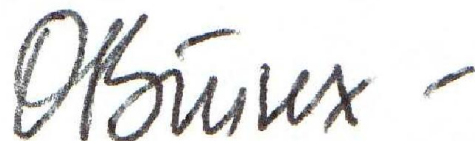
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Биотехнические и медицинские аппараты и системы
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент

Е.Э. Аман

08.12.25

\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

\_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание)

08.12.25

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

А.О. Смирнов

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Н.В. Марковская

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Механика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности/специализации «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов классической и прикладной механики для анализа, проектирования и эксплуатации биотехнических и медицинских систем: расчёт напряжённо-деформированного состояния элементов медицинских имплантатов и протезов, анализ динамики биомеханических систем (опорно-двигательный аппарат), оценка нагрузок на элементы биотехнических систем (экзоскелеты, реабилитационные тренажёры).

*Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

*Формирование фундаментальной теоретической базы по разделам классической механики (кинематика, статика, динамика, сопротивление материалов, аналитическая механика) и прикладной механики (теория механизмов и машин, основы конструирования), необходимой для анализа биомеханических и биотехнических систем.*

*Развитие инженерного мышления для решения задач профессиональной деятельности в области разработки, проектирования и эксплуатации медицинских аппаратов и систем: оценка механических нагрузок на имплантаты, протезы, экзоскелеты, реабилитационное оборудование, выбор оптимальных конструктивных решений.*

*Подготовка к профессиональной деятельности в сфере биотехнических систем: умение составлять расчётные схемы типовых механических узлов биомедицинских устройств (шарниры протезов, приводы экзоскелетов, узлы крепления имплантатов), определять кинематические и силовые параметры с целью последующего проектирования и конструирования.*

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения УК-2.У.3 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выбора оптимальных способов решения задач, в том числе с помощью цифровых средств УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные математические законы при решении задач, связанных с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественных наук в инженерной

	деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	практике проектирования биотехнических систем и медицинских изделий ОПК-1.В.1 владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем, медицинских изделий
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Физика»

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

- «Организация научных исследований и планирование технического эксперимента»,
- «Узлы и элементы биотехнических систем»

## 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
		№4
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	66	66
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

## 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 4					
Раздел 1. Теория механизмов и машин применительно к звеньям опорно-двигательного аппарата	5	7			25
Тема 1.1. Основные понятия теории механизмов и машин	1		3		5
Тема 1.2. Структурный анализ механизма	1	2			5
Тема 1.3. Проектирование механических систем	1	2	3		5
Тема 1.4. Силовой расчет механизмов	1	3			5
Тема 1.5. Уравновешивание механизмов	1				5
Раздел 2. Сопротивление материалов в биомеханике	12				41
Тема 2.1. Основные понятия сопротивления материалов	1	10	14		5
Тема 2.2. Центральное растяжение и сжатие	1	2			5
Тема 2.3. Геометрические характеристики сечений	1	2	4		5
Тема 2.4. Сдвиг и кручение	1	2	4		5
Тема 2.5. Прямой поперечный изгиб	2	2	4		5
Тема 2.6. Теории прочности	2	2	2		5
Тема 2.7. Сложное напряженное состояние	2				5
Тема 2.8. Устойчивость и усталость	2				6
Итого в семестре:	17	17	17		66
Итого	17	17	17	0	66

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
<b>1</b>	<p>Раздел 1. Теория механизмов и машин применительно к звеньям опорно-двигательного аппарата</p> <p>Тема 1.1. Основные понятия теории механизмов и машин</p> <p>Звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм.</p> <p>Классификация кинематических пар (по числу связей, по характеру движения). Аналогия между элементами механизмов и звеньями опорно-двигательного аппарата (кости – звенья, суставы – кинематические пары). Примеры: плечевой сустав (сферическая пара), коленный сустав (одноподвижный шарнир). Ходьба человека – ряд упорядоченных падений.</p> <p>Тема 1.2. Структурный анализ механизма</p> <p>Степень подвижности механизма (формула Чебышева для плоских механизмов, формула Сомова–Малышева для пространственных).</p> <p>Определение числа избыточных связей.</p> <p>Структурный анализ биомеханических систем: определение степеней свободы конечностей человека (рука – 7 степеней свободы, нога – 7–8).</p> <p>Пример: расчёт подвижности кисти руки.</p> <p>Тема 1.3. Проектирование механических систем</p> <p>Задачи проектирования механизмов: структурный, кинематический,</p>

	<p>динамический синтез.</p> <p>Основные критерии проектирования биотехнических систем: биосовместимость (указываем, но не разбираем), надёжность, масса, эргономика.</p> <p>Проектирование шарнирных соединений протезов и экзоскелетов (подбор угловых диапазонов, имитация естественных движений).</p> <p>Стандарты проектирования медицинских изделий (ISO 13485, ГОСТ Р ИСО 13485).</p> <p>Тема 1.4. Силовой расчет механизмов</p> <p>Задачи силового расчёта: определение реакций в кинематических парах, уравнивающих сил (моментов).</p> <p>Метод кинестатики (принцип Даламбера).</p> <p>Применение к биомеханическим системам: расчёт сил в суставах (тазобедренный, коленный) при статической нагрузке.</p> <p>Пример: определение силы мышц и реакции в тазобедренном суставе при подъёме груза.</p> <p>Тема 1.5. Уравнивание механизмов</p> <p>Неуравновешенность механизмов: причины (неравномерное движение масс, переменные ускорения).</p> <p>Статическое и динамическое уравнивание.</p> <p>Уравнивание вращающихся масс (балансировка колёс, роторов).</p> <p>Применение к медицинским изделиям: балансировка шлифовальных кругов стоматологических бормашин, уравнивание звеньев экзоскелета для снижения энергозатрат.</p>
2	<p>Раздел 2. Сопротивление материалов в биомеханике</p> <p>Тема 2.1. Основные понятия сопротивления материалов</p> <p>Прочность, жёсткость, устойчивость как критерии работоспособности.</p> <p>Расчётная схема, внешние силы, внутренние усилия (метод сечений).</p> <p>Нормальные и касательные напряжения.</p> <p>Биомеханический аспект: сравнение прочности костной ткани, сухожилий, связок и титановых имплантатов.</p> <p>Тема 2.2. Центральное растяжение и сжатие</p> <p>Закон Гука: <math>\sigma = E \cdot \epsilon</math>. Модуль упругости (модуль Юнга) для костной ткани (кортикальная кость <math>E \approx 15\text{--}20</math> ГПа, губчатая <math>E \approx 0,5\text{--}1</math> ГПа).</p> <p>Эпюра продольных сил <math>N</math>. Условие прочности: <math>\sigma \leq [\sigma]</math>.</p> <p>Пример: расчёт на прочность шейки бедра при вертикальной нагрузке.</p> <p>Тема 2.3. Геометрические характеристики сечений</p> <p>Статический момент площади, центр тяжести.</p> <p>Моменты инерции: осевой, полярный, центробежный. Момент сопротивления.</p> <p>Применение к биомеханике: расчёт момента инерции трубчатой кости (бедренная, большеберцовая) для оценки жёсткости при изгибе и кручении.</p> <p>Момент сопротивления поперечного сечения имплантата (пластины, стержня).</p> <p>Тема 2.4. Сдвиг и кручение</p> <p>Закон Гука при сдвиге: <math>\tau = G \cdot \gamma</math>. Модуль сдвига <math>G</math>.</p> <p>Сдвиг: расчёт прочности сухожилий и связок на срез.</p> <p>Кручение: модель длинной кости при ротационных нагрузках (например, в спортивной травматологии).</p> <p>Расчёт угла закручивания и касательных напряжений для цилиндрических имплантатов (винты, штифты).</p> <p>Тема 2.5. Прямой поперечный изгиб</p> <p>Поперечная сила <math>Q</math> и изгибающий момент <math>M</math>. Эпюры <math>Q</math> и <math>M</math>.</p> <p>Нормальные напряжения при чистом изгибе: <math>\sigma = M \cdot y / I_x</math> (формула Навье).</p> <p>Условие прочности при изгибе: <math>\sigma_{\max} \leq [\sigma]</math>.</p>

	<p>Применение: расчёт пластин для остеосинтеза (фиксация переломов), стержней экзоскелетов, рам инвалидных колясок.</p> <p>Тема 2.6. Теории прочности</p> <p>Назначение теорий прочности (критериев предельного состояния).</p> <p>III теория прочности (наибольших касательных напряжений).</p> <p>IV теория прочности (энергетическая – Губера–Мизеса).</p> <p>Применение к эндопротезам: расчёт эквивалентных напряжений при сложном напряжённом состоянии (изгиб с кручением).</p> <p>Тема 2.7. Сложное напряженное состояние</p> <p>Сочетание нескольких простых деформаций: изгиб с кручением, изгиб с растяжением, внецентренное растяжение.</p> <p>Расчёт эквивалентного напряжения по III и IV теориям прочности.</p> <p>Пример: расчёт шейки бедренной кости или ножки эндопротеза тазобедренного сустава при совместном действии осевой нагрузки и изгибающего момента.</p> <p>Тема 2.8. Устойчивость и усталость</p> <p>Продольный изгиб: критическая сила по формуле Эйлера. Гибкость стержня.</p> <p>Применение: расчёт устойчивости длинных тонких имплантатов (интрамедуллярные стержни, педикулярные винты).</p> <p>Усталостная прочность: кривая усталости (Вёлера), предел выносливости.</p> <p>Циклические нагрузки в биомеханике: число циклов при ходьбе (1–2 млн в год). Расчёт ресурса эндопротезов тазобедренного и коленного суставов по ISO 7206.</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
Семестр 4					
1	Структурный анализ механизма (прим. рука человека) Тема 1.1.	Интерактивная форма, решение ситуационных задач	2		1
2	Расчет сил в тазобедренном суставе (статический анализ) Тема 1.4.	Кейс-метод	2		1
3	Уравновешивание звеньев экзоскелета. Уравновешивание механизмов. Тема 1.5.	Имитационное занятие	3		1
4	Центральное растяжение – сжатие (кость, прим.) Тема 2.1.	Решение ситуационных задач	2		2
5	Геометрические	Расчетно-	2		2



	характеристики сечений. Тема 2.3.	графическая работа			
6	Моделирование сдвига (среза). Тема 2.4.	Интерактивная форма, работа в малых группах	2		2
7	Деформация кручения. Тема 2.4.	Компьютерное моделирование (цифровая форма) – расчёт в Excel/калькуляторе	2		2
8	Расчет пластины для остеосинтеза на изгиб. Тема 2.5.	Интерактивная форма, решение ситуационных задач	2		2
Всего			17		

#### 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 4				
	Структурный и кинематический анализ механизма	3		
	Определение механических характеристик материала при растяжении	4		
	Определение модуля сдвига при кручении	4		
	Исследование деформации изгиба консольного стержня прямоугольного поперечного сечения	4		
	Исследование трения в подшипниках качения	2		
Всего		17		

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	56	56
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю	4	4

успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	66	66

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)
<a href="https://e.lanbook.com/book/238736">https://e.lanbook.com/book/238736</a> Режим доступа: для авториз. пользователей	Диевский, В. А. Теоретическая механика / В. А. Диевский. — 5-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 348 с. — ISBN 978-5-507-44713-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
	Люкшин, Б. А. Теоретическая механика : учебно-методическое пособие / Б. А. Люкшин, Н. Ю. Гришаева, Г. Е. Уцын. — Москва : ТУСУР, 2020. — 184 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/313760">https://e.lanbook.com/book/313760</a> (дата обращения: 15.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/341261">https://e.lanbook.com/book/341261</a> Режим доступа: для авториз. пользователей.	Соппротивление материалов / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 576 с. — ISBN 978-5-507-48147-7. — Текст : электронный // Лань :	

	электронно-библиотечная система.	
Библиотека ГУАП	Сопротивление материалов : методические указания к выполнению домашнего задания / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: А. И. Скалон [и др.]. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 30 с. : рис. - Библиогр.: с. 29 (5 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	5
Библиотека ГУАП	Расчет и проектирование механизмов приборов : методические указания к выполнению курсового проекта / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. А. И. Скалон [и др.]. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 78 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 78 (9 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	193
Библиотека ГУАП	Ершов, Д. Ю. Теоретическая механика. Кинематика : учебно-методическое пособие / Д. Ю. Ершов, Е. Э. Аман ; ред. А. О. Смирнов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2023. - 68 с. : рис. - Библиогр.: с. 67 (3 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	5
Библиотека ГУАП	Проектирование мехатронных модулей механических систем : учебное пособие : в 3 ч. ч. 2. Теоретические основы расчета на прочность и жесткость машин и механизмов / Д. Ю. Ершов, И. Н. Лукьяненко, Е. Э. Аман ; ред. А. О. Смирнов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2021. - 73 с. : рис. - Библиогр.: с. 72 (5 назв.). - ISBN 978-5-8088-1623-7 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	5

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 внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»
<a href="https://lms.guap.ru">https://lms.guap.ru</a>	Онлайн-курс по дисциплине размещен системе дистанционного обучения ГУАП

## 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
	Не предусмотрено

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
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа - оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi); переносным набором демонстрационного оборудования	Фонд лекционных аудиторий ГУАП
2	Аудитория для проведения лабораторных работ - оснащено лабораторным оборудованием, специализированной мебелью, техническими средствами обучения (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП по локальной вычислительной сети).	11-05 (ул. Гастелло, д.15)

	<p>Специализированная мебель; комплект типовых плакатов по технической механике (10 шт.); ПЭВМ – 1 шт.; установка для определения главных напряжений; установка для определения модуля сдвига при кручении; машина для испытаний на усталость МУИ-6000; установка для определения момента трения в подшипниках качения (ДМ-28М); разрывная машина (ИМ-4Р); маятниковый копер (КМ-05); демонстрационное оборудование</p>	
	<p>Аудитория для проведения лабораторных работ - оснащено лабораторным оборудованием, специализированной мебелью, техническими средствами обучения (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП по локальной вычислительной сети).</p> <p>Специализированная мебель; ПЭВМ – 3 шт.; МФУ – 1 шт.; комплекс автоматизированный лабораторный «Детали машин – передачи редукторные», комплекс автоматизированный лабораторный «Детали машин – передачи ременные» (модульный); стенд учебный «Планетарный редуктор с электроприводом»; лабораторная установка ТММ-33</p>	12-06 (ул. Гастелло, д.15)
3	<p>Помещение для самостоятельной работы - оснащено специализированной (учебной) мебелью; компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде</p> <p>Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ - 14 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет)</p>	24-12 (ул. Гастелло, д.15)
4	<p>Аудитория для проведения занятий семинарского типа (в том числе практических занятий), для текущего контроля и промежуточной аттестации, для проведения групповых индивидуальных консультаций, помещение для воспитательной работы – оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi или по локальной вычислительной сети).</p>	14-15 (ул. Гастелло 15)

#### 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	<p>Список вопросов к экзамену;  Экзаменационные билеты*;  Тесты.</p>

Примечание: \*экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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**.
«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 (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
----------	--	-------------------

1	Сформулируйте основные понятия теории механизмов и машин: звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм. Приведите примеры кинематических пар разных классов.	УК-2.3.1
2	Какие временные и технические ограничения возникают при проектировании шарнирного соединения протеза коленного сустава? Как они влияют на выбор материалов?	
3	Запишите и объясните формулу Чебышева для определения степени подвижности плоского механизма. Что означает каждое слагаемое в этой формуле?	
4	Запишите и объясните формулу Сомова-Малышева для определения степени подвижности пространственного механизма. В чем её отличие от формулы Чебышева?	
5	Что такое избыточные (пассивные) связи в механизме? Приведите пример. Как их наличие влияет на работу механизма?	
6	Перечислите основные этапы проектирования механических систем: структурный, кинематический, динамический синтез. Дайте краткую характеристику каждого этапа.	УК-2.У.1
7	Что такое структурный синтез механизма? Какие задачи решаются на этом этапе проектирования?	
8	Что такое кинематический синтез механизма? Какие характеристики механизма определяются на этом этапе?	
9	Цель: «Обеспечить вибронадёжность блока электроники, установленного на реабилитационном тренажёре». Сформулируйте последовательность инженерных задач для её достижения.	
10	Перечислите основные критерии работоспособности механизмов и машин (прочность, жёсткость, износостойкость, виброустойчивость, КПД). Раскройте содержание каждого критерия.	
11	Для соединения вала электродвигателя с валом редуктора экзоскелета в условиях возможной несоосности (до 2 мм) предложите два типа муфт. Какими критериями (жёсткость, компенсирующая способность, стоимость, ресурс) вы будете руководствоваться при выборе оптимальной?	УК-2.У.3
12	Сформулируйте принцип Даламбера (метод кинетостатики). Как он позволяет свести задачу динамики к задаче статики?	
13	Что такое уравнивание механизмов? В чем отличие статического уравнивания от динамического?	
14	Запишите условия статической уравниваемости механизма (равенство нулю главного вектора и главного момента сил инерции).	
15	Какие причины вызывают неуравновешенность вращающихся масс? Приведите примеры.	
16	Опишите методы статического уравнивания вращающихся масс (установка противовесов, высверливание, добавление массы).	УК-2.В.2
17	Опишите методы динамического уравнивания (балансировка на станках, использование корректирующих масс в двух плоскостях).	
18	При расчёте пластины остеосинтеза на изгиб доступны метод начальных параметров и метод непосредственного интегрирования. Какой из них оптимален для ступенчатой пластины переменного сечения? Почему?	
19	Перечислите основные виды механических передач (зубчатые, ремённые, цепные, червячные, фрикционные). Кратко охарактеризуйте каждую.	
20	Опишите алгоритм выбора подшипника качения для опоры вала	

	привода экзоскелета (частота вращения 5000 об/мин, радиальная нагрузка 3 кН, ресурс 15000 ч). Какие критерии оптимальности следует учесть?	
21	Сформулируйте основные понятия сопротивления материалов: прочность, жёсткость, устойчивость. Поясните, что означает каждый критерий работоспособности.	ОПК-1.3.1
22	Что такое расчётная схема? Какие упрощения и идеализации принимаются при переходе от реальной детали к расчётной схеме?	
23	Опишите метод сечений для определения внутренних усилий. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении бруса?	
24	Запишите закон Гука при растяжении/сжатии ( $\sigma = E \cdot \epsilon$ ) и закон Гука при сдвиге ( $\tau = G \cdot \gamma$ ). Объясните физический смысл модуля упругости $E$ и модуля сдвига $G$ . Как они связаны с коэффициентом Пуассона?	
25	Сформулируйте закон Гука при растяжении/сжатии. Запишите его математическое выражение $\sigma = E \cdot \epsilon$ . Поясните физический смысл модуля упругости $E$ .	
26	Запишите закон Гука при сдвиге ( $\tau = G \cdot \gamma$ ). Поясните физический смысл модуля сдвига $G$ . Как связаны модуль упругости $E$ , модуль сдвига $G$ и коэффициент Пуассона $\nu$ ?	ОПК-1.У.1
27	Что такое эпюра внутренних усилий? Для каких видов нагружения строятся эпюры $N$ , $Q$ , $M_{кр}$ , $M_{изг}$ ? Сформулируйте правило знаков.	
28	Дайте определение осевого, полярного и центробежного моментов инерции сечения. Для каких форм сечений приводятся табличные значения?	
29	Что такое момент сопротивления сечения при изгибе $W_x$ и при кручении $W_p$ ? Как они связаны с моментами инерции?	
30	Сформулируйте условие прочности при растяжении/сжатии ( $\sigma \leq [\sigma]$ ), при кручении ( $\tau \leq [\tau]$ ), при изгибе ( $\sigma_{max} \leq [\sigma]$ ). Как определяется допускаемое напряжение?	
31	Сформулируйте III теорию прочности (наибольших касательных напряжений). Запишите формулу эквивалентного напряжения. Для каких материалов она применяется?	ОПК-1.В.1
32	Сформулируйте IV теорию прочности (энергетическую – Губера-Мизеса). Запишите формулу эквивалентного напряжения. Чем она отличается от III теории?	
33	Что такое сложное напряжённое состояние? Приведите примеры сочетания простых деформаций (изгиб с кручением, изгиб с растяжением, внецентренное растяжение).	
34	Сформулируйте понятие продольного изгиба. Запишите формулу Эйлера для критической силы. Что такое гибкость стержня? В каких пределах применима формула Эйлера?	
35	Что такое усталостная прочность материалов? Объясните понятия кривой усталости (кривой Вёлера), предела выносливости. Какие факторы влияют на предел выносливости?	

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 курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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
1	Что называется <b>звеном</b> механизма? А) Неподвижная часть механизма В) <b>Подвижная деталь или группа деталей, образующих жесткую систему</b> С) Вращающаяся деталь D) Соединение двух деталей	УК-2.3.1
2	Какие из перечисленных параметров являются <b>ограничениями</b> при выборе материала для ножки эндопротеза? (выберите все верные) А) <b>Допускаемое напряжение <math>[\sigma]</math></b> В) <b>Требуемый коэффициент запаса прочности <math>[n]</math></b> С) <b>Максимально допустимая масса имплантата</b> D) Модуль упругости E	
3	Установите соответствие между видом нагрузки и типом ограничения, которое она накладывает: 1. Статическая нагрузка – А. Ограничение по усталостной прочности 2. Циклическая нагрузка – Б. Ограничение по статической прочности ( $\sigma_{max} \leq [\sigma]$ ) 3. Ударная нагрузка – В. Ограничение по вязкости и ударной прочности Ответ: <b>1–Б, 2–А, 3–В</b>	
4	Расположите в логической последовательности этапы выбора сечения балки из сортамента (с учётом ограничений по прочности и сортаменту): 1. Выбрать ближайший больший профиль из сортамента 2. Определить требуемый момент сопротивления $W_{tr} = M_{max} / [\sigma]$ 3. Проверить условие прочности 4. Найти максимальный изгибающий момент $M_{max}$ Ответ: <b>4 → 2 → 1 → 3</b>	
5	Напишите нормативное ограничение, которое используется при расчёте болтового соединения на срез (в виде формулы или словесной формулировки). Ответ: <i>Условие прочности на срез: <math>\tau_{cp} \leq [\tau_{cp}]</math> или <math>\tau_{cp} = F/(i \cdot A_{cp}) \leq [\tau_{cp}]</math></i>	
6	При проектировании шарнира протеза коленного сустава <b>первым</b> этапом при формулировании задач расчёта является: А) Подбор материала шарнира В) <b>Определение внешних нагрузок и диапазона движений</b> С) Расчёт напряжений в шарнире D) Построение 3D-модели	УК-2.У.1
7	Цель: «Обеспечить подвижность пальцев кисти протеза». Какие задачи	

	необходимо решить для достижения этой цели? (выберите все верные) А) <b>Определить количество степеней свободы каждого пальца</b> В) <b>Рассчитать углы поворота фаланг</b> С) <b>Выбрать тип привода (тросовый, электромеханический)</b> D) Определить цвет протеза	
8	Установите соответствие между этапом проектирования экзоскелета и решаемой задачей: 1. Кинематический синтез – А. Расчёт сил в шарнирах и приводе 2. Динамический синтез – Б. Расчёт напряжений в деталях 3. Прочностной расчёт – В. Определение длин звеньев и угловых диапазонов Ответ: <b>1–В, 2–А, 3–Б</b>	
9	Расположите в правильной последовательности этапы проектирования экзоскелета: 1. Прочностной расчёт деталей 2. Кинематический синтез (определение размеров звеньев) 3. Определение внешних нагрузок и требований 4. Разработка конструкторской документации Ответ: <b>3 → 2 → 1 → 4</b>	
10	Напишите, какую <b>главную задачу</b> решает кинематический анализ механизма экзоскелета (одно предложение). Ответ: <i>Определение скоростей и ускорений звеньев механизма или Нахождение положений, скоростей и ускорений звеньев</i>	
11	Какой метод является <b>альтернативой</b> методу вырезания узлов при расчёте усилий в стержнях фермы? А) <b>Метод Риттера</b> В) Метод конечных элементов С) Метод начальных параметров D) Метод суперпозиции	УК-2.У.3
12	Альтернативными способами уравнивания вращающихся масс являются: (выберите все верные) А) <b>Установка противовесов</b> В) <b>Высверливание материала в неуравновешенной зоне</b> С) <b>Динамическая балансировка на станке</b> D) Увеличение скорости вращения	
13	Установите соответствие между способом уравнивания механизма и его характеристикой: 1. Статическое уравнивание – А. Устраняет только центробежные силы 2. Динамическое уравнивание – Б. Устраняет центробежные силы и моменты сил 3. Балансировка на станке – В. Один из методов динамического уравнивания Ответ: <b>1–А, 2–Б, 3–В</b>	
14	Расположите в правильной последовательности альтернативные действия при выборе типа привода для экзоскелета (от наиболее энергоэффективного к наименее): 1. Электропривод 2. Пневмопривод 3. Гидропривод 4. Пассивный (пружинный) привод Ответ: <b>4 → 1 → 2 → 3</b>	
15	Предложите <b>один альтернативный способ</b> соединения двух	

	трубчатых костей при переломе (вместо пластины остеосинтеза). Ответ: <i>Интрамедуллярный стержень (штифт) или Внешний фиксатор (аппарат Илизарова)</i>	
16	При расчёте вала на прочность при совместном действии изгиба и кручения <b>оптимальным</b> методом определения эквивалентного напряжения для пластичных материалов является: А) I теория прочности В) II теория прочности С) <b>III теория прочности</b> D) Все перечисленные	УК-2.В.2
17	Какие критерии следует учитывать при выборе <b>оптимального</b> способа соединения деталей протеза (разборное / неразборное)? (выберите все верные) А) <b>Необходимость частой разборки для обслуживания</b> В) <b>Нагрузка на соединение (растяжение, сдвиг)</b> С) <b>Материал соединяемых деталей</b> D) Цвет деталей	
18	Установите соответствие между типом задачи и оптимальным методом её решения: 1. Расчёт статически определимой фермы – А. Метод конечных элементов 2. Расчёт напряжений в детали сложной формы – Б. Метод вырезания узлов (или метод Риттера) 3. Расчёт виброзащиты – В. Теория виброизоляции Ответ: <b>1–Б, 2–А, 3–В</b>	
19	Расположите в правильной последовательности действия инженера при выборе оптимального сечения балки из сортамента: 1. Вычислить требуемый момент сопротивления $W_{tr} = M_{max} / [\sigma]$ 2. Выбрать профиль с $W_x \geq W_{tr}$ 3. Определить максимальный изгибающий момент $M_{max}$ 4. Проверить выбранный профиль по касательным напряжениям Ответ: <b>3 → 1 → 2 → 4</b>	
20	Напишите <b>основной критерий</b> выбора типа подшипника (скольжения или качения) для опоры вала экзоскелета при высокой частоте вращения (10000 об/мин) и малой нагрузке. Ответ: <i>Момент трения / энергоэффективность / нагрев</i> или <i>Предпочтительнее подшипник качения</i>	
21	Единица измерения момента инерции тела в системе СИ: А) Н·м <b>В) кг·м²</b> С) Дж D) Вт	ОПК-1.3.1
22	Какие из перечисленных величин являются <b>векторными</b> ? (выберите все верные) А) <b>Импульс</b> В) Работа С) <b>Момент силы</b> D) Кинетическая энергия	
23	Установите соответствие между физическим законом и его математическим выражением: 1. Закон Гука при растяжении – А. $\tau = G \cdot \gamma$ 2. Закон Гука при сдвиге – Б. $F = m \cdot a$ 3. Второй закон Ньютона – В. $\sigma = E \cdot \epsilon$ Ответ: <b>1–В, 2–А, 3–Б</b>	

24	<p>Расположите в логической последовательности вывод дифференциального уравнения свободных колебаний пружинного маятника:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Запись второго закона Ньютона: <math>m \cdot a = -k \cdot x</math></li> <li>– Учёт, что ускорение <math>a = d^2x/dt^2</math></li> <li>– Получение уравнения: <math>m \cdot x'' + k \cdot x = 0</math></li> <li>– Определение силы упругости по закону Гука: <math>F_{\text{упр}} = -k \cdot x</math></li> </ul> <p>Ответ: <b>4 → 1 → 2 → 3</b></p>	
25	<p>Напишите <b>математическое выражение закона Гука</b> при растяжении/сжатии (в буквенном обозначении).</p> <p>Ответ: <b><math>\sigma = E \cdot \varepsilon</math></b></p>	
26	<p>Для цилиндрической прямозубой передачи (<math>m=2</math> мм, <math>z_1=30</math>, <math>z_2=60</math>) делительный диаметр ведомого колеса равен:</p> <p>A) 60 мм B) <b>120 мм</b> C) 90 мм D) 180 мм</p>	ОПК-1.У.1
27	<p>Какие из перечисленных формул используются для расчёта <b>нормальных напряжений</b>? (выберите все верные)</p> <p>A) <b><math>\sigma = N / A</math></b> (растяжение/сжатие) B) <b><math>\sigma = M \cdot y / I_x</math></b> (изгиб) C) <math>\tau = M_{\text{кр}} \cdot \rho / I_p</math> D) <math>\tau = Q \cdot S_{\text{отс}} / (I_x \cdot b)</math></p>	
28	<p>Установите соответствие между видом деформации и формулой для расчёта напряжения:</p> <p>1. Растяжение – А. <math>\tau = M_{\text{кр}} \cdot \rho / I_p</math> 2. Кручение – Б. <math>\sigma = M \cdot y / I_x</math> 3. Изгиб – В. <math>\sigma = N / A</math></p> <p>Ответ: <b>1–В, 2–А, 3–Б</b></p>	
29	<p>Расположите в правильной последовательности этапы построения эпюры изгибающих моментов <math>M</math> для балки:</p> <p>1. Определение реакций опор 2. Разбиение балки на участки 3. Применение метода сечений на каждом участке 4. Построение эпюры <math>M</math></p> <p>Ответ: <b>1 → 2 → 3 → 4</b></p>	
30	<p>Запишите <b>формулу Навье</b> для нормальных напряжений при чистом изгибе (в буквенном обозначении).</p> <p>Ответ: <b><math>\sigma = M \cdot y / I_x</math></b></p>	
31	<p><b>Предел выносливости</b> – это:</p> <p>A) Напряжение, при котором материал разрушается за один цикл B) <b>Максимальное напряжение цикла, при котором материал выдерживает неограниченное число циклов</b> C) Напряжение текучести при циклическом нагружении D) Модуль упругости при переменных нагрузках</p>	ОПК-1.В.1
32	<p>Какие факторы влияют на <b>предел выносливости</b> материала? (выберите все верные)</p> <p>A) <b>Концентрация напряжений</b> B) <b>Масштабный фактор</b> C) <b>Качество поверхности</b> D) <b>Вид термической обработки</b></p>	
33	<p>Установите соответствие между методом экспериментальной оценки механических свойств и определяемой характеристикой:</p> <p>1. Испытание на растяжение – А. Модуль упругости <math>E</math>, предел</p>	

	текущей $\sigma_T$ 2. Испытание на кручение – Б. Модуль сдвига G 3. Испытание на усталость – В. Предел выносливости $\sigma_R$ Ответ: <b>1–А, 2–Б, 3–В</b>	
34	Расположите в правильной последовательности этапы экспериментального определения модуля упругости E при растяжении: 1. Нагружение образца ступенчатой нагрузкой 2. Установка образца в захваты разрывной машины 3. Измерение деформации (тензометром) 4. Расчёт E по формуле $\sigma/\epsilon$ в упругой зоне Ответ: <b>2 → 1 → 3 → 4</b>	
35	Напишите <b>формулу для расчёта эквивалентного напряжения по III теории прочности</b> (теории наибольших касательных напряжений) для плоского напряжённого состояния. Ответ: <b><math>\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{((\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2)}</math></b>	

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:

- изложена в разделе 4.

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

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

*Практические занятия по дисциплине «Теоретическая механика» проводятся в аудитории общего назначения.*

*Цель практических занятий – обобщение и систематизация знаний, полученных обучающимися в ходе изучения дисциплины «Механика».*

*Практические занятия проводятся в не интерактивной форме.*

*Практические занятия включают в себя*

- *изучение общих законов механического движения и равновесия материальных тел;*
- *решение обучающимися типовых задач по кинематике, статике и динамике материальных точек и систем;*
- *ответы преподавателем на вопросы обучающихся (с возможным дальнейшим обсуждением), возникающие при выполнении ими практических заданий, а также самостоятельного изучения теоретического материала.*

*На практических занятиях осуществляется текущий контроль результатов изучения дисциплины «Механика».*

#### 11.3. 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

*Лабораторные работы по дисциплине «Механика» проводятся в лабораториях кафедры № 1 (ауд. 11-05, 12-06). Для проведения лабораторных работ используются лабораторные установки, позволяющие выполнять экспериментальные исследования по всем основным разделам дисциплины «Механика».*

*Цель лабораторных работ – исследование кинематических и силовых параметров механизмов, механических характеристик материалов, изучение стандартов и нормативов, регламентирующих механические испытания элементов конструкций, кинематическую точность, а также получение навыков обработки экспериментальных данных с использованием современных информационных технологий.*

*Порядок проведения лабораторной работы:*

##### *1. Вводная часть*

- получение обучающимся допуска к работе (устный опрос)
- получение обучающимся задания
- сообщение преподавателем указаний к работе (описание лабораторной установки, напоминание о порядке выполнения работы и исследуемых параметрах, показ способов выполнения отдельных операций, предупреждение о возможных ошибках)

##### *2. Основная часть*

- выполнение обучающимся поставленной в ходе эксперимента задачи
- сообщение преподавателем (в случае необходимости) дополнительных указаний (повторный показ или разъяснение исполнительских действий)

##### *3. Заключительная часть*

*В заключительной части студент должен продемонстрировать полученные результаты преподавателю.*

#### *Структура и форма отчета о лабораторной работе*

*Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие разделы:*

- цель лабораторной работы
- формулировка задания
- основная часть (должна содержать описание лабораторной установки, необходимые таблицы, графики, экспериментальные данные и результаты расчетов)
- вывод (описываются итоги работы, проводится анализ полученных результатов).

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета о лабораторной работе изложены в действующем стандарте ГОСТ 7.32-2001 (с учетом изменений 2019 г.) «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», который можно найти в Интернете на сайте ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).*

11.4. 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им 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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся изучает теоретический материал дисциплины, выполняет отчеты по лабораторным работам, размещенные в ИСО ГУАП: <http://pro.guap.ru/> , <https://lms.guap.ru/>

11.5. 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».



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