

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

Д.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление качеством
Наименование направленности/ специализации	Цифровое качество и проектирование продукции
Форма обучения	очная
Год приема	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 ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

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

08.12.25

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Механика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.02 «Управление качеством» направленности/специализации «Цифровое качество и проектирование продукции». 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 анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики»

ОПК-2 «Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)»

ОПК-3 «Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления качеством в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности»

ОПК-4 «Способен осуществлять оценку эффективности систем управления качеством, разработанных на основе математических методов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с фундаментальными законами классической механики (кинематика, динамика, статика, аналитическая механика, механика сплошных сред, колебания и устойчивость механических систем), необходимыми для моделирования, анализа и обеспечения качества технических объектов и систем управления качеством.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (4 семестр), дифференцированного зачета (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика» является формирование у обучающихся системы фундаментальных знаний о механическом движении и взаимодействии материальных тел, развитие навыков математического моделирования механических процессов, необходимых для решения профессиональных задач в области управления качеством, анализа надежности и цифрового проектирования продукции.

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 анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ОПК-1.3.1 знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики ОПК-1.У.1 уметь применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.В.1 владеть навыками решения профессиональных задач на основе базовых естественнонаучных и математических знаний
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов	ОПК-2.3.1 знать профильные разделы математических и естественнонаучных дисциплин ОПК-2.У.1 уметь применять известные методы решения задач профессиональной деятельности

	математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления качеством в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	ОПК-3.3.1 знать методики получения математических моделей реальных технических объектов ОПК-3.У.1 уметь применять фундаментальные знания базовых наук для применения в задачах профессиональной деятельности с целью совершенствования
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления качеством, разработанных на основе математических методов	ОПК-4.3.1 знать методы оценки адекватности математической модели реальному техническому объекту

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

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

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

- «Организация проектно-конструкторской деятельности»,
- «Имитационное моделирование физических и технологических процессов».

## 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	№5
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	3/ 108	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	51	34

в том числе:			
лекции (Л), (час)	51	34	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)			
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	95	57	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет, Дифф. зач.,	Зачет,	Дифф. зач.,

#### 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)
<b>Семестр 4</b>					
Раздел 1. Кинематика материальной точки и твердого тела	12				20
Тема 1.1. Способы описания движения. Кинематические характеристики.	3		4		5
Тема 1.2. Кинематика твердого тела. Поступательное и вращательное движение.	3		2		5
Тема 1.3. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей.	3		2		5
Тема 1.4. Сложное движение.	3				5
Раздел 2. Динамика материальной точки и системы	12		6		10
Тема 2.1. Законы Ньютона. Дифференциальные уравнения движения.	4		2		3
Тема 2.2. Динамика механической системы. Центр масс.	4		2		3
Тема 2.3. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента.	4		2		4
Раздел 3. Статика и элементы аналитической механики	10		7		27
Тема 3.1. Система сил. Условия равновесия. Расчет ферм.	4		4		9
Тема 3.2. Принцип возможных перемещений.	3		3		9
Тема 3.3. Уравнения Лагранжа II рода.	3				9
Итого в семестре:	34		17		57
<b>Семестр 5</b>					
Раздел 4. Колебания механических систем	8		8		15
Тема 4.1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.	4		4		8
Тема 4.2. Вынужденные колебания. Резонанс. Виброизоляция.	4		4		7

Раздел 5. Механика сплошных сред и основы сопротивления материалов	9		9		23
Тема 5.1. Напряженно-деформированное состояние в точке.	3		3		8
Тема 5.2. Растяжение/сжатие, сдвиг, кручение, изгиб.	3		3		10
Тема 5.3. Сложное сопротивление. Усталостная прочность	3		3		5
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	51	0	34	0	95

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. Кинематика материальной точки и твердого тела.</p> <p>Тема 1.1. Способы описания движения. Кинематические характеристики. Векторный, координатный и естественный способы. Скорость и ускорение точки.</p> <p>Векторный способ: положение точки задаётся радиус-вектором <math>r(t)</math>, скорость <math>v = dr/dt</math>, ускорение <math>a = dv/dt</math>.</p> <p>Координатный способ: движение описывается уравнениями <math>x(t)</math>, <math>y(t)</math>, <math>z(t)</math>; скорость и ускорение определяются через проекции на оси координат.</p> <p>Естественный способ: задаётся траектория и закон движения <math>s(t)</math> вдоль неё; скорость <math>v = ds/dt</math>, ускорение раскладывается на касательное (<math>a_t = dv/dt</math>) и нормальное (<math>a_n = v^2/\rho</math>, где <math>\rho</math> — радиус кривизны).</p> <p>Тема 1.2. Кинематика твердого тела. Поступательное и вращательное движение. Угловая скорость и угловое ускорение.</p> <p>Поступательное движение: все точки тела движутся одинаково; траектории параллельны, скорости и ускорения всех точек равны.</p> <p>Вращательное движение вокруг неподвижной оси: угловая скорость <math>\omega = d\varphi/dt</math>, угловое ускорение <math>\varepsilon = d\omega/dt</math>. Линейная скорость точки <math>v = \omega \cdot r</math>, ускорение: касательное <math>a_t = \varepsilon \cdot r</math>, нормальное <math>a_n = \omega^2 \cdot r</math>.</p> <p>Тема 1.3. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей. Способы его нахождения.</p> <p>Движение, при котором все точки тела движутся в параллельных плоскостях. Раскладывается на</p>

	<p>поступательное (с полюсом) и вращательное.</p> <p>Мгновенный центр скоростей (МЦС) — точка плоской фигуры, скорость которой в данный момент равна нулю. Способы нахождения: по перпендикулярам к скоростям двух точек, по параллельным скоростям (МЦС в бесконечности), по известной скорости одной точки и угловой скорости.</p> <p>Тема 1.4. Сложное движение</p> <p>Движение точки относительно подвижной системы отсчёта (относительное) вместе с движением самой системы (переносное).</p> <p>Теорема о сложении скоростей: <math>v_{\text{абс}} = v_{\text{отн}} + v_{\text{пер}}</math>.</p> <p>Теорема о сложении ускорений (Кориолис): <math>a_{\text{абс}} = a_{\text{отн}} + a_{\text{пер}} + a_{\text{кор}}</math>, где <math>a_{\text{кор}} = 2 \cdot \omega_{\text{пер}} \times v_{\text{отн}}</math> (кориолисово ускорение).</p>
2	<p>Раздел 2. Динамика материальной точки и системы.</p> <p>Тема 2.1. Законы Ньютона. Дифференциальные уравнения движения. Решение прямой и обратной задач динамики.</p> <p>1-й закон: тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения при отсутствии внешних сил.</p> <p>2-й закон: <math>F = m \cdot a</math> или <math>F = dp/dt</math> (<math>p = m \cdot v</math> — импульс).</p> <p>3-й закон: силы действия и противодействия равны по модулю и противоположны по направлению.</p> <p>Прямая задача динамики: по известным силам найти закон движения (интегрирование дифференциального уравнения).</p> <p>Обратная задача: по известному закону движения определить действующие силы (дифференцирование).</p> <p>Тема 2.2. Динамика механической системы. Центр масс.</p> <p>Теорема о движении центра масс.</p> <p>Механическая система — совокупность материальных точек, взаимодействующих между собой и с внешними телами.</p> <p>Центр масс (инерции): <math>R_c = (\sum m_i \cdot r_i) / M</math>, где <math>M</math> — полная масса системы.</p> <p>Теорема о движении центра масс: центр масс системы движется как материальная точка, масса которой равна массе всей системы, а приложенная сила равна векторной сумме всех внешних сил: <math>M \cdot a_c = \sum F_{\text{внеш}}</math>.</p> <p>Тема 2.3. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента. Меры действия сил: импульс силы, работа, мощность.</p> <p>Количество движения системы: <math>Q = \sum m_i \cdot v_i = M \cdot v_c</math>.</p> <p>Теорема: <math>dQ/dt = \sum F_{\text{внеш}}</math>.</p> <p>Кинетический момент (момент импульса): <math>L = \sum r_i \times (m_i \cdot v_i)</math>. Теорема: <math>dL/dt = \sum M_{\text{внеш}}</math>.</p> <p>Меры действия сил: импульс силы <math>= \int F \cdot dt</math> (изменяет количество движения); работа силы <math>A = \int F \cdot dr</math> (изменяет</p>



	кинетическую энергию); мощность $N = dA/dt = F \cdot v$ .
3	<p>Раздел 3. Статика и аналитическая механика.</p> <p>Тема 3.1. Система сил. Условия равновесия. Расчет ферм (метод вырезания узлов, метод Риттера).</p> <p>Статика: равновесие твёрдого тела под действием сил. Условия равновесия: <math>\Sigma F = 0</math>, <math>\Sigma M = 0</math>.</p> <p>Плоская система сил: три уравнения: <math>\Sigma F_x = 0</math>, <math>\Sigma F_y = 0</math>, <math>\Sigma M_A = 0</math>.</p> <p>Ферма — жёсткая конструкция из стержней, соединённых в узлах. Методы расчёта:</p> <p>Метод вырезания узлов: последовательно рассматриваются узлы, в каждом составляются два уравнения (<math>\Sigma F_x = 0</math>, <math>\Sigma F_y = 0</math>).</p> <p>Метод Риттера (сечений): ферма мысленно рассекается на две части, для одной части составляется уравнение моментов относительно точек пересечения стержней.</p> <p>Тема 3.2. Принцип возможных перемещений. Обобщённые координаты и силы.</p> <p>Возможные перемещения — бесконечно малые перемещения, допускаемые связями.</p> <p>Принцип возможных перемещений: для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма работ всех активных сил на любом возможном перемещении была равна нулю: <math>\Sigma \delta A = 0</math>.</p> <p>Обобщённые координаты <math>q_i</math> — независимые параметры, однозначно определяющие положение системы.</p> <p>Обобщённые силы <math>Q_i</math> определяются из равенства <math>\delta A = \Sigma Q_i \delta q_i</math>.</p> <p>Тема 3.3. Уравнения Лагранжа II рода. Составление уравнений для систем с 2-3 степенями свободы.</p> <p>Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщённых координатах.</p> <p>Для систем с 2–3 степенями свободы составляется система из 2–3 дифференциальных уравнений второго порядка.</p>
4	<p>Раздел 4. Колебания механических систем.</p> <p>Тема 4.1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение. Частота, период, амплитуда.</p> <p>Дифференциальное уравнение: <math>m \cdot x'' + k \cdot x = 0</math> (пружинный маятник) или <math>\theta'' + (g/L) \cdot \theta = 0</math> (математический маятник).</p> <p>Решение: <math>x(t) = A \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)</math>, где <math>\omega_0 = \sqrt{k/m}</math> — собственная круговая частота, <math>T = 2\pi/\omega_0</math> — период, <math>A</math> — амплитуда (зависит от начальных условий).</p> <p>Тема 4.2. Вынужденные колебания. Резонанс. Виброизоляция. Коэффициент динамичности.</p>

	<p>Дифференциальное уравнение: <math>m \cdot x'' + c \cdot x' + k \cdot x = F_0 \cdot \sin(\omega t)</math>.  Установившиеся вынужденные колебания: <math>x(t) = X \cdot \sin(\omega t + \psi)</math>, где <math>X = F_0 / \sqrt{(k - m\omega^2)^2 + (c\omega)^2}</math>.  Резонанс — резкое возрастание амплитуды при приближении частоты возмущения <math>\omega</math> к собственной частоте <math>\omega_0</math>.  Коэффициент динамичности <math>\mu = X / X_{\text{ст}}</math> (отношение динамической амплитуды к статическому смещению). При резонансе <math>\mu</math> максимально.  Виброизоляция: установка упругих элементов (виброизоляторов) для уменьшения передачи вибрации от машины на основание. Эффективна при <math>\omega / \omega_0 &gt; \sqrt{2}</math>.</p>
5	<p>Раздел 5. Механика сплошных сред и основы сопротивления материалов.</p> <p>Тема 5.1. Напряженно-деформированное состояние в точке. Тензор напряжений и деформаций. Закон Гука.</p> <p>Напряжение — сила, отнесённая к единице площади. Тензор напряжений <math>\sigma_{ij}</math> — 9 компонент, описывающих полное напряжённое состояние в точке.</p> <p>Деформация — изменение формы и размеров тела. Тензор деформаций <math>\varepsilon_{ij}</math>.</p> <p>Закон Гука: связь между напряжениями и деформациями. Для одномерного случая: <math>\sigma = E \cdot \varepsilon</math> (растяжение/сжатие), <math>\tau = G \cdot \gamma</math> (сдвиг). <math>E</math> — модуль Юнга, <math>G</math> — модуль сдвига.</p> <p>Тема 5.2. Растяжение/сжатие, сдвиг, кручение, изгиб. Эпюры внутренних усилий.</p> <p>Растяжение/сжатие: <math>N</math> — продольная сила, <math>\sigma = N/A</math>, <math>\varepsilon = \Delta l/l</math>. Построение эпюры <math>N</math>.</p> <p>Сдвиг: <math>Q</math> — поперечная сила, <math>\tau_{\text{ср}} = Q/A_{\text{ср}}</math>.</p> <p>Кручение: <math>M_{\text{кр}}</math> — крутящий момент, <math>\tau = M_{\text{кр}} \cdot \rho / I_{\text{р}}</math>, где <math>I_{\text{р}}</math> — полярный момент инерции. Построение эпюры <math>M_{\text{кр}}</math>.</p> <p>Изгиб: <math>M_{\text{изг}}</math> — изгибающий момент, <math>Q</math> — поперечная сила.</p> <p>Нормальные напряжения: <math>\sigma = M \cdot y / I_x</math>. Построение эпюр <math>Q</math> и <math>M</math>.</p> <p>Эпюры — графики изменения внутренних усилий по длине стержня (правило знаков, скачки в точках приложения сил).</p> <p>Тема 5.3. Сложное сопротивление. Усталостная прочность. Предел выносливости.</p> <p>Сложное сопротивление — сочетание нескольких простых деформаций (например, изгиб с кручением, кривой изгиб, внецентренное растяжение). Расчёт ведётся по эквивалентным напряжениям (теории прочности).</p> <p>Усталостная прочность — способность материала выдерживать циклические (переменные) нагрузки без разрушения.</p>

	<p>Предел выносливости (<math>\sigma_R</math>) — максимальное напряжение цикла, при котором материал выдерживает неограниченное число циклов (база испытаний).</p> <p>Кривая усталости (Вёлера): <math>\sigma(N)</math> — зависимость разрушающего напряжения от числа циклов. При <math>\sigma &lt; \sigma_R</math> — неограниченная долговечность.</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 4				
1	Теорема о сложении скоростей	2		1
2	Колебания математического маятника	2		1
3	Определение сил реакций опор плоской фермы	2		2
4	Исследование КПД зубчатых передач	2		2
5	Исследование рабочих процессов ременных передач	2		2
6	Исследование КПД винтовых механизмов	4		3
7	Исследование трения в подшипниках качения	3		3
Семестр 5				
8	Определение механических характеристик материала при растяжении	4		4
9	Определение модуля сдвига при кручении	4		4
10	Исследование плоского изгиба консольного стержня прямоугольного поперечного сечения	3		5
11	Исследование косоугольного изгиба консольного стержня прямоугольного поперечного сечения	3		5
12	Оценка прочности лонжерона крыла при изгибе (модель - балка с распределённой	3		5

	нагрузкой от аэродинамических сил).			
	Всего	34		

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	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	82	50	32
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	3	2
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	4	4
Всего:	95	57	38

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://e.lanbook.com/book/73596">https://e.lanbook.com/book/73596</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Соппротивление материалов : учебное пособие : в 2 частях / Н. М. Атаров, Г. С. Варданян, А. А. Горшков, А. Н. Леонтьев. — 2-е изд. — Москва : МИСИ – МГСУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2013. — 98 с. — ISBN 978-5-	

	7264-0738-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/516006">https://e.lanbook.com/book/516006</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Артюнин, А. И. Теоретическая механика. Теория, практика, расчетные работы : учебное пособие : в 3 частях / А. И. Артюнин. — Иркутск : ИрГУПС, 2024 — Часть 1 : Статика — 2024. — 188 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
Библиотека ГУАП	Сопротивление материалов : методические указания к выполнению домашнего задания / С.-Петерб. 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.-Петерб. 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.-Петерб. 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	5

	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. Лукияненко, Е. Э. Аман ; ред. А. О. Смирнов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2021. - 73 с. : рис. - Библиогр.: с. 72 (5 назв.). - <b>ISBN</b> 978-5-8088-1623-7 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	
--	--	--

#### 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 таблице 12.

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). 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	11-05 (ул. Гастелло, д.15)
	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). 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	12-06 (ул. Гастелло, д.15)
3	Помещение для самостоятельной работы - оснащено специализированной (учебной) мебелью; компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде 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)	24-12 (ул. Гастелло, д.15)
4	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (в том числе практических занятий), для текущего	14-15 (ул. Гастелло 15)

	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).	
--	--	--

#### 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
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Тесты
Зачет	Список вопросов; Тесты.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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;



Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий<sup>**</sup>.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий<sup>**</sup>.</li> </ul>

### 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Перечислите основные виды ресурсов, которые необходимы для решения задачи по расчету механической конструкции. Дайте краткую характеристику каждого вида.	УК-2.3.1
2	Какие временные ограничения могут возникнуть при выполнении прочностного расчета? Как они влияют на выбор метода решения?	
3	Опишите, какие технические ограничения накладывают свойства материала (предел текучести, модуль упругости) на расчет детали.	
4	Какие нормативные ограничения (ГОСТы, СНиПы) необходимо учитывать при расчете запаса прочности? Приведите примеры.	
5	Как квалификация инженера (кадровый ресурс) влияет на выбор метода решения задачи механики?	
6	Поставлена цель: «Обеспечить жесткость консольной балки при изгибе». Сформулируйте конкретные задачи, которые необходимо решить для достижения этой цели.	УК-2.У.1
7	Цель: «Снизить вибрации станка до допустимого уровня». Проведите анализ цели и перечислите задачи, которые нужно решить.	
8	Цель: «Подобрать сечение стержня, работающего на растяжение, с минимальной массой». Какие задачи вы сформулируете для её достижения?	
9	Проанализируйте цель: «Рассчитать ферму на устойчивость». На какие подзадачи её можно разбить?	
10	Цель: «Обеспечить прочность вала при совместном действии изгиба и кручения». Сформулируйте последовательность	

	инженерных задач для её достижения.	
11	Предложите два альтернативных способа определения прогиба балки. Укажите преимущества и недостатки каждого.	УК-2.У.3
12	Для расчета напряжений в детали сложной формы можно использовать аналитический или численный метод. Опишите оба варианта и обоснуйте, в каком случае какой метод предпочтительнее.	
13	Предложите альтернативные способы увеличения жесткости изгибаемой балки (не менее двух). Сравните их эффективность.	
14	Какие альтернативные варианты выбора материала для нагруженного стержня вы можете предложить? Какой критерий вы положите в основу выбора?	
15	Для снижения амплитуды резонансных колебаний системы предложите не менее двух альтернативных способов. Какой из них оптимален и почему?	
16	Опишите алгоритм выбора метода (аналитический или численный) для расчета напряжений в детали с отверстиями. Какими критериями вы будете руководствоваться?	УК-2.В.2
17	Необходимо рассчитать ферму. Какой метод (вырезания узлов или Риттера) вы выберете в зависимости от конфигурации фермы? Обоснуйте ответ.	
18	При расчете балки на изгиб доступны метод начальных параметров и метод непосредственного интегрирования. Какой из них оптимален при большом количестве участков нагрузки? Почему?	
19	Для определения момента инерции сложного сечения вы можете разбить его на простые фигуры или использовать численное интегрирование. Какой способ вы выберете при ограниченном времени расчета? Аргументируйте.	
20	Опишите, как вы выберете оптимальный способ подбора сечения балки (по сортаменту или методом подбора), если известны максимальный изгибающий момент и допускаемое напряжение	
21	Сформулируйте закон Гука при растяжении/сжатии. Запишите его математическое выражение и поясните смысл входящих величин.	ОПК-1.3.1
22	Запишите и объясните второй закон Ньютона для материальной точки. В каких единицах измеряются сила, масса и ускорение?	
23	Сформулируйте закон сохранения механической энергии. При каких условиях он выполняется.	
24	Запишите закон сохранения импульса для замкнутой механической системы. Приведите пример его проявления.	
25	Сформулируйте теорему о движении центра масс механической системы. Какое практическое значение она имеет?	
26	Поясните, как закон Гука применяется для определения жёсткости пружины. Приведите расчётную формулу.	ОПК-1.У.1
27	Объясните, как второй закон Ньютона используется для составления дифференциального уравнения движения материальной точки.	
28	Опишите, как закон сохранения энергии применяется для определения скорости тела в конце наклонной плоскости.	
29	Поясните, как закон Гука при сдвиге ( $\tau = G \cdot \gamma$ ) используется для расчёта деформаций при кручении.	

30	Объясните, как теорема об изменении кинетической энергии применяется для определения работы силы при движении механической системы.	
31	Опишите последовательность определения реакций опор для двухопорной балки, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой.	ОПК-1.В.1
32	Опишите алгоритм построения эпюры изгибающих моментов для консольной балки с сосредоточенной силой на конце.	
33	Опишите, как определить максимальное нормальное напряжение в балке при чистом изгибе, если известны $M_{\max}$ и момент сопротивления сечения $W$ .	
34	Опишите порядок расчёта вала на прочность при кручении (алгоритм: крутящий момент $\rightarrow$ касательное напряжение $\rightarrow$ проверка условия прочности).	
35	Опишите, как выполняется проверка устойчивости сжатого стержня с использованием формулы Эйлера.	
36	Какие разделы высшей математики (дифференциальное исчисление, интегрирование, векторная алгебра) применяются при выводе уравнений Лагранжа II рода? Поясните роль каждого.	ОПК-2.3.1
37	Опишите, какие математические операции необходимы для вычисления момента инерции тела относительно оси с использованием интеграла.	
38	Какие разделы математики используются при решении дифференциального уравнения изгиба балки ( $E \cdot I \cdot y'' = M(x)$ )?	
39	Какие знания из аналитической геометрии необходимы для нахождения центра тяжести сложного сечения?	
40	Опишите, как вариационное исчисление связано с принципом возможных перемещений в аналитической механике.	
41	Опишите, как метод вырезания узлов применяется для расчёта усилий в стержнях плоской фермы.	ОПК-2.У.1
42	Объясните, как метод начальных параметров используется для определения прогиба балки. Какие начальные параметры необходимо задать?	
43	Опишите, как метод кинестатики (принцип Даламбера) позволяет свести задачу динамики к задаче статики.	
44	Объясните, как метод Риттера применяется для расчёта усилий в стержнях фермы, когда метод вырезания узлов затруднён.	
45	Опишите, как метод непосредственного интегрирования дифференциального уравнения упругой линии балки позволяет найти закон изменения прогиба по длине.	
46	Опишите, как строится математическая модель консольной балки при изгибе. Какие допущения и идеализации при этом принимаются?	ОПК-3.3.1
47	Каким образом реальная механическая система с распределённой массой заменяется моделью с сосредоточенными параметрами (масса, пружина, демпфер)? Приведите пример.	
48	Опишите методику получения математической модели колебательной системы с одной степенью свободы (уравнение $m \cdot x'' + c \cdot x' + k \cdot x = F(t)$ ).	
49	Как строится расчётная схема для моделирования напряжённо-деформированного состояния детали сложной формы?	

50	Опишите, какие допущения используются при моделировании реального стержня как абсолютно твёрдого тела, а когда необходимо учитывать его деформируемость.	
51	Объясните, как знание закона Гука применяется для калибровки динамометрических ключей при контроле качества затяжки резьбовых соединений.	ОПК-3.У.1
52	Как теория колебаний используется для вибродиагностики станков с целью оценки их технического состояния?	
53	Поясните, как теорема об изменении кинетической энергии применяется для расчёта тормозного пути автомобиля (безопасность и качество тормозной системы).	
54	Как знание условий равновесия (статики) используется для оценки качества сборки механических узлов (например, балансировка роторов)?	
55	Объясните, как фундаментальные знания о трении применяются для повышения КПД механических передач и оценки качества их изготовления.	
56	Опишите, как сравнение результатов расчёта и эксперимента (например, тензометрия) позволяет оценить адекватность конечно-элементной модели детали.	ОПК-4.3.1
57	Опишите метод оценки адекватности модели колебательной системы путём сравнения расчётной и экспериментальной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).	
58	Какие критерии используются для оценки адекватности линейной модели при расчёте прогибов балки? В каком случае линейная модель перестаёт быть адекватной?	
59	Как оценить адекватность модели абсолютно твёрдого тела для реального вала, вращающегося с критической скоростью?	
60	Опишите, как сходимость решения (изменение результата при измельчении сетки) используется для оценки адекватности численной модели в МКЭ.	

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 из перечисленного относится к временным ограничениям при решении инженерной задачи? А) Бюджет проекта <b>В) Срок сдачи проекта</b> С) Квалификация персонала D) Доступное программное обеспечение	УК-2.3.1
2	Какие виды ресурсов необходимо учитывать при выборе метода	

	<p>расчета механической конструкции?</p> <p><b>A) Вычислительные ресурсы (время CPU, память)</b></p> <p><b>B) Кадровые ресурсы (квалификация инженеров)</b></p> <p>C) Погодные условия на месте эксплуатации</p> <p><b>D) Программное обеспечение (лицензии)</b></p>	
3	<p>Установите соответствие между механическим понятием и его характеристикой:</p> <p>1. Инерция</p> <p>2. Жесткость</p> <p>3. Демпфирование</p> <p>A. Рассеивание энергии</p> <p>B. Способность тела сохранять скорость</p> <p>B. Сопротивление деформации</p> <p>Ответ: 1–А, 2–В, 3–Б</p>	
4	<p>Расположите в логической последовательности этапы учета ресурсных ограничений при выборе метода расчета механической конструкции:</p> <p>1. Оценка доступного времени на расчет</p> <p>2. Определение требуемой точности результата</p> <p>3. Выбор метода (аналитический / численный / экспериментальный)</p> <p>4. Анализ доступного программного обеспечения и квалификации персонала</p> <p>Ответ: 2-1-4-3</p>	
5	<p>При решении задачи на определение прогиба балки инженер должен учесть несколько видов ресурсов и ограничений.</p> <p>Ответ: Ресурсы (два любых из списка):</p> <p>Временные (время на выполнение расчета)</p> <p>Информационные (знание формул сопротивления материалов)</p> <p>Материальные (геометрические размеры балки и марка стали)</p> <p>Ограничения (два любых из списка):</p> <p>Технические (условие прочности: <math>\sigma \leq [\sigma]</math>)</p> <p>Нормативные (требуемый коэффициент запаса прочности)</p> <p>Временные (срок сдачи результата)</p>	
6	<p>Целью кинематического анализа механизма является:</p> <p>A) Определение сил в кинематических парах</p> <p><b>B) Определение скоростей и ускорений звеньев</b></p> <p>C) Расчет КПД механизма</p> <p>D) Выбор материала звеньев</p>	УК-2.У.1
7	<p>Какие задачи необходимо решить для достижения цели «обеспечить виброненадежность изделия»?</p> <p><b>A) Определить собственные частоты конструкции</b></p> <p><b>B) Рассчитать амплитуду вынужденных колебаний</b></p> <p>C) Подобрать цвет корпуса</p> <p><b>D) Выбрать тип виброизоляторов</b></p>	
8	<p>Инженеру поставлена цель: «Обеспечить прочность стальной балки при изгибе».</p> <p>Установите соответствие между конкретными инженерными задачами (левый столбец) и причинами, почему эта задача необходима для достижения цели (правый столбец).</p> <p>К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую</p>	

	<p>позицию из правого столбца.</p> <p>А. Определить максимальный изгибающий момент <math>M_{\max}</math> 1. Чтобы оценить жёсткость конструкции (прогиб)</p> <p>Б. Вычислить момент сопротивления сечения <math>W</math> 2. Чтобы рассчитать допускаемое напряжение материала</p> <p>В. Определить прогиб балки <math>y_{\max}</math> 3. Чтобы найти опасное сечение и величину нагрузки</p> <p>Г. Назначить коэффициент запаса прочности <math>n</math> 4. Чтобы преобразовать геометрию сечения в механическую характеристику</p> <p>Ответ: А-3, Б-4, В-1, Г-2</p>	
9	<p>Расположите этапы решения задачи статики в правильном порядке:</p> <p>1. Определение реакций связей</p> <p>2. Составление уравнений равновесия</p> <p>3. Выбор объекта равновесия</p> <p>4. Проверка решения</p> <p>Ответ: 3–2–1–4</p>	
10	<p>Напишите, что является целью динамического расчета механической системы.</p> <p>Ответ: Определение законов движения, сил инерции, частот колебаний</p>	
11	<p>Какой метод является альтернативой методу сечений при расчете ферм?</p> <p>А) Метод вырезания узлов</p> <p><b>В) Метод Риттера</b></p> <p>С) Метод конечных элементов</p> <p>Д) Метод начальных параметров</p>	УК-2.У.3
12	<p>Альтернативными способами решения задачи статики являются:</p> <p><b>А) Геометрический метод (замыкание силового многоугольника)</b></p> <p><b>В) Аналитический метод (сумма проекций)</b></p> <p><b>С) Метод кинестатики (принцип Даламбера)</b></p> <p>Д) Интеграл энергии</p>	
13	<p>Установите соответствие между методом решения (левый столбец) и условиями, при которых этот метод является оптимальным (правый столбец).</p> <p>К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца.</p> <p>Левая колонка (Метод решения) Правая колонка (Условия оптимальности)</p> <p>А. Аналитический метод (метод начальных параметров) 1. Балка имеет сложную геометрию (переменное сечение, отверстия), высокая точность не требуется, нужен быстрый результат</p> <p>Б. Численный метод (метод конечных разностей) 2. Балка постоянного сечения с несколькими участками нагрузки; нужна высокая точность и аналитическая формула</p> <p>В. Графоаналитический метод (построение эпюр с последующим геометрическим суммированием) 3. Балка простой формы (постоянное сечение, одна нагрузка); доступен компьютер с программой для численного расчета</p> <p>Г. Экспериментальный метод (тензометрия) 4. Балка уже изготовлена; необходимо проверить реальный прогиб при эксплуатации, есть доступ к измерительному оборудованию</p>	

	Ответ: А-2, Б-1, В-3, Г-4	
14	<p>Расположите этапы решения задачи механики с использованием МКЭ в правильном порядке:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построение сетки</li> <li>2. Анализ результатов</li> <li>3. Формулировка краевой задачи</li> <li>4. Решение системы уравнений</li> </ol> <p>Ответ: 3–1–4–2</p>	
15	<p>Предложите два альтернативных способа определения момента инерции сложного сечения. Укажите их преимущества и недостатки.</p> <p>Ответ: 1) Аналитический (разбиение на простые фигуры) – точен, но трудоемок; 2) Численный (МКЭ) – быстр, но требует ПО</p>	
16	<p>Для минимизации массы фермы при заданной нагрузке наиболее рациональными являются элементы, работающие на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>А) Изгиб</li> <li>Б) Кручение</li> <li><b>В) Растяжение/сжатие</b></li> <li>Г) Сдвиг</li> </ol>	УК-2.В.2
17	<p>Какие критерии следует учитывать при выборе оптимального способа решения задачи о распределении напряжений в детали?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>А) Точность результата</b></li> <li><b>Б) Время расчета</b></li> <li>В) Эстетический вид детали</li> <li><b>Г) Доступность программного обеспечения</b></li> </ol>	
18	<p>Установите соответствие между типом задачи и оптимальным методом ее решения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет статически определимой фермы</li> <li>2. Расчет напряжений в сложной детали</li> <li>3. Расчет виброзащиты</li> </ol> <p>А. Метод конечных элементов Б. Метод вырезания узлов В. Теория виброизоляции</p> <p>Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В</p>	
19	<p>Расположите в правильной последовательности действия инженера при выборе оптимального способа расчета детали на прочность:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравнение аналитического и численного (МКЭ) методов по точности и трудоемкости</li> <li>2. Определение геометрии, материала и нагрузок детали</li> <li>3. Выбор метода, обеспечивающего требуемую точность при минимальных затратах</li> <li>4. Проверка адекватности выбранного метода путем верификации</li> </ol> <p>Ответ: 2 → 1 → 3 → 4</p>	
20	<p>Опишите алгоритм выбора сечения балки из условия прочности при изгибе, если известен материал (предел текучести) и максимальный изгибающий момент.</p> <p>Ответ: 1. Определить требуемый момент сопротивления <math>W = M /</math></p>	

	[σ]; 2. По сортаменту подобрать сечение с $W \geq$ требуемого; 3. Проверить по касательным напряжениям	
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 векторными? <b>А) Импульс</b> В) Работа <b>С) Момент силы</b> D) Кинетическая энергия	
23	Установите соответствие между физическим законом и его математическим выражением: 1. Закон Гука 2. Второй закон Ньютона 3. Закон сохранения импульса  А. $F = dp/dt$ Б. $\sigma = E \cdot \epsilon$ В. $\Sigma p = \text{const}$ Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В	
24	Расположите в логической последовательности вывод дифференциального уравнения свободных колебаний пружинного маятника:  Запись второго закона Ньютона: $m \cdot a = -k \cdot x$ Учет, что ускорение $a = d^2x/dt^2$ Получение уравнения: $m \cdot x'' + k \cdot x = 0$ Определение силы упругости по закону Гука: $F_{\text{упр}} = -k \cdot x$  Ответ: 4 → 1 → 2 → 3	
25	При упругом растяжении стержня справедлив закон, устанавливающий прямую пропорциональность между нормальным напряжением и относительной продольной деформацией.  Напишите название этого закона и его математическую формулу (в буквенном обозначении).  Ответ: Название закона: Закон Гука (или закон Гука при растяжении/сжатии) Математическая формула: $\sigma = E \cdot \epsilon$	ОПК-1.У.1
26	Используя какой закон, можно определить скорость тела в заданной точке траектории, если известны только начальная скорость и пройденный путь при постоянном ускорении? А) Закон сохранения импульса <b>В) Кинематическое уравнение <math>v^2 = v_0^2 + 2as</math></b> С) Закон всемирного тяготения D) Закон Гука	
27	Используя закон сохранения энергии, можно определить: <b>А) Скорость тела в заданной точке траектории</b>	



	<p>В) Время движения  С) Реакцию связи  <b>Д) Высоту подъема тела</b></p>	
28	<p>Установите соответствие между физическим явлением и законом, который его описывает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Деформация пружины</li> <li>2. Движение планет</li> <li>3. Удар тел</li> </ol> <p>А. Закон всемирного тяготения  Б. Закон сохранения импульса  В. Закон Гука  Ответ: 1–В, 2–А, 3–Б</p>	
29	<p>Расположите в правильной последовательности шаги решения задачи на определение скорости тела в конце наклонной плоскости с использованием закона сохранения энергии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запись закона сохранения полной механической энергии:  <math>mgh = mv^2/2</math></li> <li>2. Определение начальной потенциальной энергии: <math>E_{п\text{ нач}} = mgh</math></li> <li>3. Выражение скорости: <math>v = \sqrt{2gh}</math></li> <li>4. Приравнивание начальной потенциальной энергии к конечной кинетической</li> </ol> <p>Ответ: 2 → 1 → 4 → 3</p>	
30	<p>Запишите дифференциальное уравнение свободных колебаний математического маятника (без трения).  Ответ: <math>d^2\theta/dt^2 + (g/L) \cdot \theta = 0</math> или <math>\theta'' + (g/L) \cdot \theta = 0</math></p>	
31	<p>Что характеризует модуль упругости первого рода (модуль Юнга)?  А) Способность материала к пластической деформации  <b>В) Сопротивление материала упругой деформации при растяжении</b>  С) Твердость материала  Д) Ударную вязкость</p>	ОПК-1.В.1
32	<p>Какие навыки необходимы для решения задачи о распределении напряжений в балке?  <b>А) Построение эпюр внутренних усилий</b>  <b>В) Интегрирование дифференциальных уравнений</b>  <b>С) Пользование сортаментом профилей</b>  Д) Знание иностранного языка</p>	
33	<p>Расположите этапы расчета статически определимой балки на изгиб в правильной последовательности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение реакций опор из уравнений равновесия</li> <li>2. Построение эпюры поперечных сил <math>Q</math></li> <li>3. Построение эпюры изгибающих моментов <math>M</math></li> <li>4. Определение опасного сечения (где <math>M</math> максимален)</li> </ol> <p>Ответ: 1 → 2 → 3 → 4</p>	
34	<p>Инженер решает профессиональные задачи по оценке прочности деталей машин. Для каждого вида нагружения необходимо</p>	

	<p>применить соответствующую расчетную формулу.  Установите соответствие между видом деформации (левый столбец) и формулой для расчета напряжения или характеристики (правый столбец).  К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца.</p> <p>А. Растяжение / сжатие      1. <math>\tau = M_{кр} \cdot r / I_p</math>  Б. Кручение прямого бруса круглого сечения      2. <math>\sigma = M_{изг} \cdot y / I_x</math>  В. Изгиб (чистый)      3. <math>\tau = Q \cdot S_{x_{отс}} / (I_x \cdot b)</math>  Г. Сдвиг (поперечный изгиб) — формула Журавского      4. <math>\sigma = N / A</math></p> <p>Ответ: А-4, Б-1, В- 2, Г-3</p>	
35	<p>Назовите теорему, утверждающую, что центр масс механической системы движется как материальная точка, масса которой равна массе всей системы, а приложенная сила — векторной сумме всех внешних сил.</p> <p>Ответ: Теорема о движении центра масс</p>	
36	<p>Какой раздел механики изучает условия равновесия тел под действием сил?</p> <p>А) Кинематика  Б) Динамика  <b>С) Статика</b>  Д) Сопромат</p>	ОПК-2.3.1
37	<p>Какие профильные разделы математики необходимы для составления уравнений Лагранжа II рода?</p> <p><b>А) Дифференциальное исчисление</b>  <b>Б) Векторная алгебра</b>  С) Теория вероятностей  <b>Д) Вариационное исчисление</b></p>	
38	<p>Установите соответствие между типом механической системы и числом степеней свободы:</p> <p>1. Материальная точка на плоскости  2. Абсолютно твердое тело в пространстве  3. Двойной маятник (плоский)</p> <p>А. 2  Б. 6  В. 4</p> <p>Ответ: 1–А, 2–Б, 3–В</p>	
39	<p>Расположите в правильной последовательности математические операции при вычислении момента инерции сложного сечения относительно центральной оси:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Суммирование моментов инерции всех простых фигур с использованием теоремы Штейнера</li> <li>2. Нахождение центра тяжести всего сечения</li> <li>3. Разбиение сложного сечения на простые фигуры (прямоугольники, круги)</li> <li>4. Вычисление момента инерции каждой простой фигуры относительно ее собственной центральной оси</li> </ol>	

	Ответ: $3 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$	
40	Как называется метод решения задач динамики, основанный на введении сил инерции? Ответ: Метод кинетостатики (принцип Даламбера)	
41	Какое дифференциальное уравнение описывает свободные колебания системы с одной степенью свободы без трения? А) $m \cdot x'' + c \cdot x' + k \cdot x = F_0 \cdot \sin(\omega t)$ <b>В) <math>m \cdot x'' + k \cdot x = 0</math></b> С) $m \cdot x'' + c \cdot x' = 0$ D) $k \cdot x = 0$	ОПК-2.У.1
42	Какие методы можно применить для решения дифференциального уравнения изгиба балки? <b>А) Метод начальных параметров</b> <b>В) Метод непосредственного интегрирования</b> <b>С) Метод конечных разностей</b> D) Метод статистических испытаний	
43	При решении задач профессиональной деятельности инженер-механик использует различные известные методы. Каждый тип задачи требует применения своего метода решения. Установите соответствие между типом механической задачи (левый столбец) и известным методом её решения (правый столбец). К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца. Левая колонка (Тип задачи)                      Правая колонка (Метод решения) А. Расчет прогибов и углов поворота балки при изгибе 1. Метод кинетостатики (принцип Даламбера) Б. Определение усилий в стержнях плоской статически определимой фермы 2. Метод начальных параметров В. Определение законов движения механической системы с учётом действующих сил    3. Метод вырезания узлов (или метод Риттера) Г. Сведение задачи динамики к задаче статики путём введения сил инерции    4. Составление и интегрирование дифференциальных уравнений движения (или уравнения Лагранжа II рода)  Ответ: А-2, Б-3, В-4, Г-1	
44	Последовательность расчета вала на сложное сопротивление (изгиб с кручением): 1. Расчет эквивалентного напряжения 2. Построение эпюр крутящих моментов 3. Построение эпюр изгибающих моментов 4. Определение опасного сечения Ответ: 2–3–4–1	
45	Сформулируйте граничные условия для балки, зашеченной одним концом и свободной на другом (консольная балка). Ответ: При $x=0$ : прогиб $y=0$ , угол поворота $y'=0$ . При $x=l$ : изгибающий момент $M=0$ , поперечная сила $Q=0$	
46	Для повышения качества обработки детали необходимо уменьшить вибрации. Какое изменение параметров системы целесообразно сделать в первую очередь, если частота возмущения близка к собственной? А) Увеличить массу	ОПК-3.3.1

	<p>В) Увеличить жесткость</p> <p><b>С) Изменить частоту вращения шпинделя</b></p> <p>Д) Уменьшить трение</p>	
47	<p>Какие фундаментальные знания необходимы для расчета надежности подшипника качения?</p> <p><b>А) Теория упругости (контактные напряжения Герца)</b></p> <p><b>В) Гидродинамика (смазка)</b></p> <p><b>С) Трибология (износ)</b></p> <p>Д) Квантовая механика</p>	
48	<p>Установите соответствие между типом механической модели и реальным техническим объектом:</p> <p>1. Материальная точка</p> <p>2. Абсолютно твердое тело</p> <p>3. Упругая балка</p> <p>А. Корпус станка при низкочастотных колебаниях</p> <p>Б. Спутник на орбите</p> <p>В. Мост под нагрузкой</p> <p>Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В</p>	
49	<p>Расположите в правильной последовательности этапы получения математической модели реального технического объекта для оценки его качества:</p> <p>1. Выбор расчетной схемы (идеализация: балка, рама, и т.д.)</p> <p>2. Запись определяющих уравнений (дифференциальных, алгебраических)</p> <p>3. Анализ реального объекта (геометрия, материал, нагрузки)</p> <p>4. Верификация модели (сравнение с экспериментом)</p> <p>Ответ: 3 → 1 → 2 → 4</p>	
50	<p>Как называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты возмущения с собственной частотой системы?</p> <p>Ответ: резонанс</p>	
51	<p>Какое утверждение верно для идеальной связи?</p> <p>А) Реакция связи всегда направлена по нормали</p> <p><b>В) Сумма работ реакций связи на любом возможном перемещении равна нулю</b></p> <p>С) Связь не допускает движения</p> <p>Д) Реакция связи равна нулю</p>	ОПК-3.У.1
52	<p>Как знание закона вязкого трения применяется в технике?</p> <p><b>А) Для расчета гидравлических демпферов</b></p> <p><b>В) Для расчета амортизаторов</b></p> <p><b>С) Для выбора смазочных материалов</b></p> <p>Д) Для расчета электрических цепей</p>	
53	<p>Установите соответствие между фундаментальным знанием и его применением в управлении качеством:</p> <p>1. Закон Гука</p> <p>2. Теория колебаний</p> <p>3. Теорема об изменении кинетической энергии</p> <p>А. Калибровка динамометрических ключей</p>	

	Б. Вибродиагностика станков В. Расчет тормозного пути Ответ: 1–А, 2–Б, 3–В	
54	<p>Расположите в правильной последовательности действия при использовании теории колебаний для повышения качества (снижения вибраций) станка:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение собственной частоты системы</li> <li>2. Измерение частоты возмущающей силы (от режущего инструмента)</li> <li>3. Выбор способа борьбы с вибрациями (отстройка от резонанса, виброизоляция, демпфирование)</li> <li>4. Сравнение частот: близость к резонансу</li> </ol> <p>Ответ: 2 → 1 → 4 → 3</p>	
55	<p>Объясните, как знание закона вязкого трения (закон Ньютона для жидкости) используется в системах управления качеством при настройке гидравлических демпферов.</p> <p>Ответ: Позволяет рассчитать силу демпфирования <math>F = c \cdot v</math>, где <math>c</math> — коэффициент вязкости, <math>v</math> — скорость поршня. От этого зависит плавность хода и гашение колебаний</p>	
56	<p>Что характеризует адекватность математической модели?</p> <p>А) Сложность модели  <b>В) Степень соответствия модели реальному объекту</b>  С) Красота математических выкладок  Д) Размерность модели</p>	ОПК-4.3.1
57	<p>Какие допущения позволяют считать модель «абсолютно твердое тело» адекватной для стального вала?</p> <p><b>А) Деформации пренебрежимо малы</b>  <b>В) Скорость вращения очень мала</b>  С) Температура близка к абсолютному нулю  <b>Д) Нагрузки статические</b></p>	
58	<p>Соотнесите тип модели с её характерным признаком:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейная модель</li> <li>2. Нелинейная модель</li> </ol> <p>А. Отсутствует принцип суперпозиции  Б. Жесткость не зависит от нагрузки  В. Справедлив закон Гука в любой точке</p> <p>Ответ: 1–Б,В; 2–А</p>	
59	<p>Расположите в правильной последовательности этапы оценки адекватности конечно-элементной модели детали реальному техническому объекту:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнение эксперимента (тензометрирование, виброизмерения) на реальной детали</li> <li>2. Сравнение результатов расчета и эксперимента</li> <li>3. Построение конечно-элементной модели и проведение расчета</li> <li>4. Оценка погрешности и принятие решения о пригодности модели (при необходимости — уточнение модели)</li> </ol> <p>Ответ: 3 → 1 → 2 → 4</p>	

60	Критерий подобия, используемый в механике жидкостей и газов, характеризующий отношение сил инерции к вязким силам. Ответ: Число Рейнольдса	
----	---	--

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 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).*

11.3. 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/>

11.4. 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.

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».
- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с 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