

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Стандартизация и метрология
Наименование направленности/ специализации	Цифровая метрология и стандартизация
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 27.03.01 «Стандартизация и метрология» направленности/специализации «Цифровая метрология и стандартизация». 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 в области естественных наук и математики»

ОПК-2 «Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов классической и прикладной механики для метрологического обеспечения и стандартизации технических систем, включая расчёт напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций средств измерений и испытательного оборудования, анализ динамики и точности механизмов приборов с учётом трибологических характеристик (трение, износ, смазка), оценку ресурса и надёжности узлов трения на основе стандартизованных методов контроля износа, применение нормативной документации (ГОСТ, ISO) при проектировании механических систем и метрологической аттестации испытательных стендов.

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), экзамена (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины «Механика»:

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

*Развитие системного и критического мышления для решения задач профессиональной деятельности в области цифровой метрологии: оценка точности измерительных приборов с учётом механических факторов (вибрации, деформации, трение), выбор оптимальных конструктивных решений на основе нормативных требований.*

*Формирование компетенций в области трибологии – изучение физико-механических процессов трения, изнашивания и смазки, освоение стандартизованных методов контроля износа и метрологического обеспечения триботехнических испытаний.*

*Подготовка к профессиональной деятельности в сфере стандартизации и метрологии: умение составлять расчётные схемы типовых механических узлов средств измерений (опоры, направляющие, передачи, подвесы), определять кинематические и силовые параметры с целью последующего контроля точности измерений и обоснования метрологических характеристик.*

*Приобретение навыков работы с нормативно-технической документацией (ГОСТ, ISO, рекомендации по стандартизации) при расчёте и проектировании механических систем, включая выбор посадок, допусков формы и расположения, параметров шероховатости поверхности с учётом трибологических требований.*

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 в области естественных наук и математики	ОПК-1.У.1 уметь применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения и анализа задач профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин	ОПК-2.3.1 знать профильные разделы математических и естественно-научных дисциплин ОПК-2.У.1 уметь формулировать задачи профессиональной деятельности, применять знания профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин

## 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»,
- «Материаловедение».

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

- «Имитационное моделирование физических и технологических процессов»,
- «Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов»,

## 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>	6/ 216	3/ 108	3/ 108
<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)	36		36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	95	57	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет, Экз.,	Зачет,	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)
<b>Семестр 4</b>					
Раздел 1. Кинематика материальной точки и твёрдого тела	12				10
Тема 1.1. Способы описания движения. Кинематические характеристики			1		2
Тема 1.2. Кинематика твёрдого тела. Поступательное и вращательное движение	3		1		2
Тема 1.3. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей	3				3
Тема 1.4. Сложное движение. Кориолисово ускорение	3				3
Раздел 2. Динамика материальной точки и системы	10				10
Тема 2.1. Законы Ньютона. Дифференциальные уравнения движения					
Тема 2.2. Динамика механической системы. Центр масс. Теорема о движении центра масс	4				3
Тема 2.3. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента. Работа, мощность	3				3
	3				4
Раздел 3. Статика и аналитическая механика	12				12
Тема 3.1. Система сил. Условия равновесия. Расчёт ферм					
Тема 3.2. Принцип возможных перемещений. Обобщённые координаты и силы	4				4
Тема 3.3. Уравнения Лагранжа II рода для систем с 1–2 степенями свободы	4				4
Раздел 4. Основы сопротивления материалов					
Тема 4.1. Напряжённо-деформированное состояние. Закон Гука			16		25
Тема 4.2. Растяжение/сжатие, сдвиг, кручение, изгиб. Эпюры внутренних усилий	0		4		6
Тема 4.3. Сложное сопротивление. Усталостная прочность			4		8
Тема 4.4. Практические расчёты элементов средств измерений			4		5
					6
Итого в семестре:	34		17		57
<b>Семестр 5</b>					

Раздел 5. Колебания механических систем и виброзащита	6				8
Тема 5.1. Свободные и вынужденные колебания	3				4
Тема 5.2. Виброизоляция. Коэффициент динамичности. Применение в точном приборостроении.	3				4
Раздел 6. Теория механизмов и машин	6		4		10
Тема 6.1. Структурный и кинематический анализ механизмов. Классификация	2		2		3
Тема 6.2. Кинематика зубчатых и рычажных механизмов. Передаточные отношения	2		2		3
Тема 6.3. Динамика механизмов. Уравновешивание. КПД	2				4
Раздел 7. Основы конструирования и детали машин	5		9		10
Тема 7.1. Критерии работоспособности деталей машин (прочность, жёсткость, износостойкость)	2		3		3
Тема 7.2. Соединения (резьбовые, сварные, прессовые). Расчёт и стандартизация	2		3		4
Тема 7.3. Передачи (зубчатые, червячные, ременные). Основы конструирования	1		3		3
Раздел 8. Трибология и стандартизация узлов трения	0		4		10
Тема 8.1. Виды трения (покоя, скольжения, качения). Законы Амонтона-Кулона					
Тема 8.2. Износ и его виды. Критерии износостойкости. Стандартизация методов испытаний на износ (ГОСТ 23.001-2004 и др.)			4		3
Тема 8.3. Смазочные материалы. Гидродинамическая, граничная и сухая смазка. Критерий Жамэ ( $\lambda$ )			4		3
Тема 8.4. Метрологическое обеспечение триботехнических испытаний. Контроль шероховатости и геометрических параметров изношенных поверхностей					3
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>	Раздел 1. Кинематика

	<p>Векторный, координатный, естественный способы описания движения. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Угловая скорость и ускорение.</p> <p>Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей. Сложное движение точки. Теорема Кориолиса.</p>
<b>2</b>	<p>Раздел 2. Динамика</p> <p>Законы Ньютона. Прямая и обратная задачи динамики. Механическая система. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента. Работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергия.</p>
<b>3</b>	<p>Раздел 3. Статика и аналитическая механика</p> <p>Система сил. Условия равновесия твёрдого тела. Расчёт ферм (метод вырезания узлов, метод Риттера). Принцип возможных перемещений. Обобщённые координаты и силы. Уравнения Лагранжа II рода.</p>
<b>4</b>	<p>Раздел 4. Сопротивление материалов (в лекциях не читается – самостоятельное изучение)</p> <p>Самостоятельная работа по учебникам и методическим пособиям.</p>
<b>5</b>	<p>Раздел 5. Колебания и виброзащита</p> <p>Свободные колебания. Частота, период. Вынужденные колебания. Резонанс. Виброизоляция точных приборов. Коэффициент динамичности.</p>
<b>6</b>	<p>Раздел 6. Теория механизмов и машин</p> <p>Структурные схемы. Степень подвижности. Кинематика зубчатых механизмов. Передаточные отношения (рядовые, планетарные). Динамика механизмов. КПД. Уравновешивание.</p>
<b>7</b>	<p>Раздел 7. Основы конструирования и детали машин</p> <p>Критерии работоспособности: прочность, жёсткость, износостойкость, виброустойчивость. Стандартные соединения: резьбовые, сварные, шпоночные, шлицевые. Расчёт на прочность. Механические передачи. Зубчатые, червячные, ременные. Выбор по стандартам.</p>
<b>8</b>	<p>Раздел 8. Трибология (в лекциях не читается – самостоятельное изучение)</p> <p>Самостоятельная работа по учебникам и методическим пособиям. Виды трения. Законы трения. Изнашивание: механическое (абразивное, усталостное), молекулярно-механическое. Кривая износа. Смазка. Критерий Жамэ. Гидродинамическая, гидростатическая, граничная смазка. Метрологический контроль трибопараметров: шероховатость, форма, твёрдость. ГОСТ 23.001-2004 «Испытания материалов на износ». Нормы точности для узлов трения.</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	Кинематика материальной точки и твёрдого тела	1		1
2	Определение механических характеристик материала при растяжении	4		4
3	Определение модуля сдвига при кручении	4		4
4	Исследование деформации плоского изгиба консольного стержня прямоугольного поперечного сечения	4		4
5	Исследование деформации косоугольного изгиба консольного стержня прямоугольного поперечного сечения	4		4
Семестр 5				
6	Структурный анализ механизма	2		6
7	Кинематический анализ механизма	2		6
8	Исследование КПД винтовых механизмов	3		7
9	Исследование точности зубчатых передач	3		7
10	Исследование рабочих процессов ременных передач	3		7
11	Исследование трения в подшипниках качения	4		8
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)	80	50	30
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	7	3	4
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)
<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.	Сопротивление 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.	5

	Теоретические основы расчета на прочность и жесткость машин и механизмов / Д. Ю. Ершов, И. Н. Лукьяненко, 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.). - ISBN 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 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). 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 контроля и промежуточной аттестации, для проведения групповых индивидуальных консультаций, помещение для воспитательной работы – оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими	14-15 (ул. Гастелло 15)

	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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Тесты.
Зачет	Список вопросов; Тесты

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 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; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <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
1	Какие ограничения (прочностные, геометрические, по массе, по жёсткости) необходимо учитывать при выборе материала и формы поперечного сечения вала? Назовите не менее трёх видов ограничений.	УК-2.3.1
2	При расчёте болтового соединения на срез и смятие какие ресурсы (характеристики материала, геометрические параметры) и какие ограничения (допускаемые напряжения, число болтов) выступают в качестве исходных данных?	
3	Для обеспечения устойчивости сжатого стержня (продольный изгиб) перечислите ресурсы (модуль упругости, момент инерции, длина) и ограничения (коэффициент запаса, гибкость).	
4	При расчёте подшипника качения на долговечность какие ресурсы (динамическая грузоподъёмность, эквивалентная нагрузка, частота вращения) и ограничения (требуемый ресурс в часах, надёжность) следует задать?	
5	Какие ограничения накладывает критерий контактной прочности при проектировании зубчатой передачи (по материалу, твёрдости, межосевому расстоянию, модулю)?	
6	Спроектировать ступенчатый вал для передачи крутящего момента с двумя шкивами. Сформулируйте последовательность задач (не менее 4), которые нужно решить для достижения этой цели (начиная от выбора материала и заканчивая разработкой чертежа).	УК-2.У.1
7	Подобрать сечение стальной балки, нагруженной распределённой нагрузкой, чтобы обеспечить её прочность. Какие подзадачи необходимо решить (построение эпюр, определение опасного сечения, вычисление момента сопротивления, выбор профиля из сортамента)?	
8	Определить скорость и ускорение точки кривошипно-ползунного механизма в заданном положении. Какие кинематические задачи нужно последовательно решить (построение плана положений, нахождение МЦС, расчёт скоростей звеньев и т.д.)?	
9	Рассчитать клиноремённую передачу для привода вентилятора	

	(мощность, частота вращения, передаточное число). Перечислите задачи: выбор сечения ремня, определение диаметров шкивов, расчёт межосевого расстояния, сил натяжения, проверка ресурса.	
10	Определить время торможения автомобиля с заданной начальной скоростью на горизонтальной дороге (коэффициент трения известен). Какие задачи нужно решить (составление дифференциального уравнения движения, интегрирование, нахождение времени)?	
11	Для передачи заданного крутящего момента с фиксированным передаточным числом предложите два альтернативных варианта: 1) цилиндрическая косозубая передача, 2) прямозубая передача того же модуля. Какими критериями (масса, уровень шума, технологичность, стоимость) вы будете руководствоваться при выборе оптимального варианта?	УК-2.У.3
12	Для опоры вала (диаметр 40 мм, частота вращения 1500 об/мин, радиальная нагрузка 5 кН) предложите два типа подшипников: шариковый радиальный и роликовый конический. Какие параметры (долговечность, габариты, стоимость, условия монтажа) сравните для выбора оптимального?	
13	Для соединения двух листов толщиной 6 мм предложите три альтернативы: болтовое, заклёпочное, сварное. Какие ограничения (возможность разборки, условия эксплуатации, материал, нагрузка) определяют выбор оптимального?	
14	Для передачи вращения между двумя валами с несоосностью 2 мм предложите два типа муфт: компенсирующую (зубчатую) и упругую (МУВП). По каким критериям (крутящий момент, компенсирующая способность, жёсткость, стоимость) выбрать оптимальную?	
15	При проектировании резьбового соединения для крышки бака под давлением предложите два альтернативных расчёта: по условию нераскрытия стыка и по условию прочности шпилек. Какой способ даёт меньший диаметр крепежа?	
16	Дана балка с пролётом 4 м, нагруженная сосредоточенной силой. Условия: материал – сталь Ст3, ограничение по высоте сечения – не более 200 мм, доступен сортамент двутавров и прямоугольных труб. Выберите оптимальный профиль, обеспечивающий прочность с минимальной массой. Обоснуйте выбор.	УК-2.В.2
17	Для привода ленточного конвейера (мощность 7,5 кВт, частота двигателя 1450 об/мин, частота вала конвейера 500 об/мин) выберите тип передачи: ременная или цепная. Учитывайте ресурс, стоимость, условия пыльного помещения, ограничения по межосевому расстоянию ( $l=800\div 1200$ мм). Обоснуйте выбор.	
18	Для вертикального вала с осевой нагрузкой 12 кН и радиальной 4 кН при частоте 500 об/мин выберите тип опор: два радиально-упорных шарикоподшипника или один сдвоенный конический роликоподшипник. Учитывайте ограничения по осевому зазору, ресурс 20000 ч, стоимость. Приведите расчёт.	
19	Необходимо соединить две стальные полосы 50×8 мм внахлестку. Нагрузка растягивающая 30 кН. Есть возможность использовать болты М12 (класс 5.6) или две заклёпки диаметром 10 мм (материал Ст3). Выберите оптимальное соединение по критерию «надёжность / трудоёмкость изготовления». Обоснуйте.	



20	Для подъёма груза 200 кг с постоянной скоростью 0,5 м/с предложите два варианта привода: электродвигатель-редуктор и лебёдка с ручным приводом. Условия: ограниченный бюджет, требуется автономность, периодическая работа. Выберите оптимальный способ с учётом ресурсов (электричество / мускульная сила) и ограничений (безопасность, масса).	
21	Сформулируйте второй закон Ньютона в дифференциальной форме и запишите его для материальной точки, движущейся под действием силы $F(t)$ . Какие физические величины связаны этим законом?	ОПК-2.3.1
22	Запишите закон Гука при растяжении стержня ( $\sigma = E \cdot \epsilon$ ) 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?	
23	Сформулируйте закон независимости движений (принцип суперпозиции) для материальной точки. Приведите пример сложного движения, где этот закон применяется на практике (например, движение тела, брошенного под углом к горизонту).	
24	Запишите основной закон динамики вращательного движения твёрдого тела. Назовите аналогию между этим законом и вторым законом Ньютона. Какие величины являются аналогами силы, массы, ускорения?	
25	Сформулируйте закон сохранения энергии в применении к упруго-деформируемому телу. Запишите выражение для потенциальной энергии деформации при растяжении/сжатии.	
26	Даны координаты точки: $x(t)=2t^2$ , $y(t)=3t$ . Определите траекторию, скорость и ускорение точки в момент $t=2$ с. Примените метод дифференцирования вектора по времени и метод проекций. Вычислите касательное и нормальное ускорения.	ОПК-1.У.1
27	Консольная балка длиной 2 м нагружена на конце сосредоточенной силой $F = 5$ кН. Постройте эпюры $Q$ и $M$ , определите опасное сечение и выберите прямоугольное сечение ( $h=2b$ ) из условия прочности при $[\sigma]=160$ МПа. Примените формулы Навье и условие прочности.	
28	Тело массой 2 кг движется прямолинейно под действием силы $F = 4 - 2t$ (Н). Составьте дифференциальное уравнение движения, решите его для начальных условий $v(0)=0$ , найдите скорость через 3 секунды. Примените метод интегрирования.	
29	Для цилиндрической прямозубой передачи ( $m=2$ мм, $z_1=20$ , $z_2=60$ ) вычислите делительные диаметры, межосевое расстояние, передаточное число. Если крутящий момент на ведущем валу 50 Н·м, найдите окружную силу. Примените формулы геометрии эвольвентного зацепления.	
30	Колесо катится без скольжения со скоростью центра $v=3$ м/с, радиус $R=0,5$ м. Определите скорость точки обода, находящейся в данный момент на высоте $R$ от поверхности. Используйте метод мгновенного центра скоростей и формулу распределения скоростей.	
31	Опишите порядок проведения экспериментального определения модуля упругости стали (стандартное испытание на растяжение). Какое оборудование используется? Как по диаграмме растяжения вычисляется $E$ ? Какие теоретические формулы подтверждаются	ОПК-2.У.1

	экспериментом?	
32	Как экспериментально определить динамическую грузоподъёмность подшипника качения? Какие параметры регистрируются (число оборотов, нагрузка, температура)? Как полученные данные сопоставляются с теоретической формулой $L_{10} = (C/P)^p$ ? Приведите пример обработки результатов.	
33	Спланируйте теоретико-экспериментальное исследование момента инерции маховика. Какие теоретические соотношения (основное уравнение динамики, кинетическая энергия) используются? Опишите метод трифилярного подвеса или метод скатывания с наклонной плоскости. Какие измерения проводятся?	
34	Разработайте методику экспериментального определения КПД ремённой передачи. Какие параметры нужно измерить (частоты вращения, крутящие моменты, натяжение ветвей)? Как вычислить скольжение ремня? Как теоретическая формула Эйлера сравнивается с экспериментом?	
35	Как экспериментально проверить прочность тонкостенной цилиндрической оболочки (корпуса прибора) под внутренним давлением? Какие тензодатчики и куда наклеиваются? Какие теоретические формулы (формулы Лапласа) сопоставляются с измеренными деформациями? Как определяется запас прочности?	

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.У.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-2.3.1
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-2.У.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.	

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 расчета механической конструкции? <b>А) Вычислительные ресурсы (время CPU, память)</b> <b>В) Кадровые ресурсы (квалификация инженеров)</b> С) Погодные условия на месте эксплуатации <b>D) Программное обеспечение (лицензии)</b>	
3	Установите соответствие между механическим понятием и его характеристикой: 1. Инерция 2. Жесткость 3. Демпфирование А. Рассеивание энергии Б. Способность тела сохранять скорость В. Сопротивление деформации Ответ: 1–А, 2–В, 3–Б	
4	Расположите в логической последовательности этапы учета ресурсных ограничений при выборе метода расчета механической конструкции:	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка доступного времени на расчет</li> <li>2. Определение требуемой точности результата</li> <li>3. Выбор метода (аналитический / численный / экспериментальный)</li> <li>4. Анализ доступного программного обеспечения и квалификации персонала</li> </ol> <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>А) Определение сил в кинематических парах</p> <p><b>В) Определение скоростей и ускорений звеньев</b></p> <p>С) Расчет КПД механизма</p> <p>Д) Выбор материала звеньев</p>	УК-2.У.1
7	<p>Какие задачи необходимо решить для достижения цели «обеспечить вибронадежность изделия»?</p> <p><b>А) Определить собственные частоты конструкции</b></p> <p><b>В) Рассчитать амплитуду вынужденных колебаний</b></p> <p>С) Подобрать цвет корпуса</p> <p><b>Д) 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 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> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение реакций связей</li> <li>2. Составление уравнений равновесия</li> <li>3. Выбор объекта равновесия</li> <li>4. Проверка решения</li> </ol> <p>Ответ: 3–2–1–4</p>	
10	Напишите, что является целью динамического расчета	

	механической системы. Ответ: Определение законов движения, сил инерции, частот колебаний	
11	Какой метод является альтернативой методу сечений при расчете ферм? А) Метод вырезания узлов <b>В) Метод Риттера</b> С) Метод конечных элементов D) Метод начальных параметров	УК-2.У.3
12	Альтернативными способами решения задачи статики являются: <b>А) Геометрический метод (замыкание силового многоугольника)</b> <b>В) Аналитический метод (сумма проекций)</b> <b>С) Метод кинестатики (принцип Даламбера)</b> D) Интеграл энергии	
13	Установите соответствие между методом решения (левый столбец) и условиями, при которых этот метод является оптимальным (правый столбец). К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца. Левая колонка (Метод решения)    Правая колонка (Условия оптимальности) А. Аналитический метод (метод начальных параметров)    1. Балка имеет сложную геометрию (переменное сечение, отверстия), высокая точность не требуется, нужен быстрый результат Б. Численный метод (метод конечных разностей)    2. Балка постоянного сечения с несколькими участками нагрузки; нужна высокая точность и аналитическая формула В. Графоаналитический метод (построение эпюр с последующим геометрическим суммированием)    3. Балка простой формы (постоянное сечение, одна нагрузка); доступен компьютер с программой для численного расчета Г. Экспериментальный метод (тензометрия)    4. Балка уже изготовлена; необходимо проверить реальный прогиб при эксплуатации, есть доступ к измерительному оборудованию  Ответ: А-2, Б-1, В-3, Г-4	
14	Расположите этапы решения задачи механики с использованием МКЭ в правильном порядке: 1. Построение сетки 2. Анализ результатов 3. Формулировка краевой задачи 4. Решение системы уравнений Ответ: 3–1–4–2	
15	Предложите два альтернативных способа определения момента инерции сложного сечения. Укажите их преимущества и недостатки. Ответ: 1) Аналитический (разбиение на простые фигуры) – точен, но трудоемок; 2) Численный (МКЭ) – быстр, но требует ПО	
16	Для минимизации массы фермы при заданной нагрузке наиболее рациональными являются элементы, работающие на: А) Изгиб	УК-2.В.2

	В) Кручение <b>С) Растяжение/сжатие</b> D) Сдвиг	
17	Какие критерии следует учитывать при выборе оптимального способа решения задачи о распределении напряжений в детали? <b>A) Точность результата</b> <b>B) Время расчета</b> C) Эстетический вид детали <b>D) Доступность программного обеспечения</b>	
18	Установите соответствие между типом задачи и оптимальным методом ее решения: 1. Расчет статически определимой фермы 2. Расчет напряжений в сложной детали 3. Расчет виброзащиты  А. Метод конечных элементов Б. Метод вырезания узлов В. Теория виброизоляции Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В	
19	Расположите в правильной последовательности действия инженера при выборе оптимального способа расчета детали на прочность:  1. Сравнение аналитического и численного (МКЭ) методов по точности и трудоемкости 2. Определение геометрии, материала и нагрузок детали 3. Выбор метода, обеспечивающего требуемую точность при минимальных затратах 4. Проверка адекватности выбранного метода путем верификации  Ответ: 2 → 1 → 3 → 4	
20	Опишите алгоритм выбора сечения балки из условия прочности при изгибе, если известен материал (предел текучести) и максимальный изгибающий момент. Ответ: 1. Определить требуемый момент сопротивления $W = M / [\sigma]$ ; 2. По сортаменту подобрать сечение с $W \geq$ требуемого; 3. Проверить по касательным напряжениям	
21	Единица измерения момента инерции тела в системе СИ: A) Н·м <b>B) кг·м²</b> C) Дж D) Вт	ОПК-1.У.1
22	Какие из перечисленных величин являются векторными? <b>A) Импульс</b> B) Работа <b>C) 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	

	<p>A. <math>F = dp/dt</math>          Б. <math>\sigma = E \cdot \varepsilon</math>          В. <math>\Sigma p = \text{const}</math>          Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В</p>	
24	<p>Расположите в логической последовательности вывод дифференциального уравнения свободных колебаний пружинного маятника:</p> <p>Запись второго закона Ньютона: <math>m \cdot a = -k \cdot x</math>          Учет, что ускорение <math>a = d^2x/dt^2</math>          Получение уравнения: <math>m \cdot x'' + k \cdot x = 0</math>          Определение силы упругости по закону Гука: <math>F_{\text{упр}} = -k \cdot x</math></p> <p>Ответ: 4 → 1 → 2 → 3</p>	
25	<p>При упругом растяжении стержня справедлив закон, устанавливающий прямую пропорциональность между нормальным напряжением и относительной продольной деформацией.</p> <p>Напишите название этого закона и его математическую формулу (в буквенном обозначении).</p> <p>Ответ:          Название закона: Закон Гука (или закон Гука при растяжении/сжатии)          Математическая формула: <math>\sigma = E \varepsilon</math></p>	
26	<p>Используя какой закон, можно определить скорость тела в заданной точке траектории, если известны только начальная скорость и пройденный путь при постоянном ускорении?</p> <p>А) Закон сохранения импульса  <b>В) Кинематическое уравнение <math>v^2 = v_0^2 + 2as</math></b>          С) Закон всемирного тяготения          D) Закон Гука</p>	ОПК-2.3.1
27	<p>Используя закон сохранения энергии, можно определить:</p> <p><b>А) Скорость тела в заданной точке траектории</b>          В) Время движения          С) Реакцию связи  <b>D) Высоту подъема тела</b></p>	
28	<p>Установите соответствие между физическим явлением и законом, который его описывает:</p> <p>1. Деформация пружины          2. Движение планет          3. Удар тел</p> <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: <math>2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 3</math></p>	
30	<p>Запишите дифференциальное уравнение свободных колебаний математического маятника (без трения).</p> <p>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)?</p> <p>А) Способность материала к пластической деформации</p> <p><b>В) Сопротивление материала упругой деформации при растяжении</b></p> <p>С) Твердость материала</p> <p>Д) Ударную вязкость</p>	ОПК-2.У.1
32	<p>Какие навыки необходимы для решения задачи о распределении напряжений в балке?</p> <p><b>А) Построение эпюр внутренних усилий</b></p> <p><b>В) Интегрирование дифференциальных уравнений</b></p> <p><b>С) Пользование сортаментом профилей</b></p> <p>Д) Знание иностранного языка</p>	
33	<p>асположите 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: <math>1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4</math></p>	
34	<p>Инженер решает профессиональные задачи по оценке прочности деталей машин. Для каждого вида нагружения необходимо применить соответствующую расчетную формулу.</p> <p>Установите соответствие между видом деформации (левый столбец) и формулой для расчета напряжения или характеристики (правый столбец).</p> <p>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></p> <p>Б. Кручение прямого бруса круглого сечения      2. <math>\sigma = M_{изг} \cdot y / I_x</math></p> <p>В. Изгиб (чистый)      3. <math>\tau = Q \cdot S_{x\_отс} / (I_x \cdot b)</math></p> <p>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</p>	

	внешних сил. Ответ: Теорема о движении центра масс	
--	---	--

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».
- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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