

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

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Статкевич

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная механика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	16.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности/ специализации	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент

Е.Э. Аман

08.12.25

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

(уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладная механика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 16.03.01 «Техническая физика» направленности/специализации «Физические методы контроля качества и диагностики». 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 использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности»

ОПК-2 «Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов прикладной механики для анализа, проектирования и эксплуатации технических систем в области контроля качества и диагностики: расчёт на прочность и жесткость элементов конструкций испытательного и диагностического оборудования; кинематический и силовой анализ механизмов (зубчатых, червячных, ременных передач); основы конструирования узлов и деталей машин; выбор стандартных изделий (подшипников, муфт, шпонок) по справочникам и нормативным документам (ГОСТ, ISO) для обеспечения надёжности и точности средств измерений и диагностики

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 дифференцированного зачета (4 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование фундаментальных знаний по теории механизмов и машин, сопротивлению материалов, деталям машин и основам конструирования для анализа механических систем в области технической физики и контроля качества.

Развитие инженерного мышления для решения профессиональных задач в области физических методов контроля и диагностики: расчёт на прочность и жесткость элементов диагностического оборудования, кинематический расчёт передаточных механизмов, выбор и проверка подшипников, муфт, шпоночных соединений.

Подготовка к профессиональной деятельности в области контроля качества и диагностики: умение выполнять проектные и проверочные расчёты механических передач, обосновывать технические решения с учётом нормативных требований (ЕСКД, ГОСТ), обеспечивать надёжность и точность средств измерений.

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 использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 знать основные положения, методы и законы естественно-научных дисциплин ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественно-научных дисциплин для решения профессиональных задач ОПК-1.В.1 владеть методами и средствами естественно-научных дисциплин, навыками по формированию и развитию естественно-научного, инженерного мышления
Общепрофессиональные	ОПК-2 Способен	ОПК-2.У.1 уметь решать

компетенции	применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	профессиональные задачи с применением знаний математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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»,
- «Теоретическая механика»

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

- «Исполнительные устройства систем управления»,
- «Электрические машины и аппараты»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	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)
Семестр 4					
Раздел 1. Теория механизмов и машин					
Тема 1.1. Структурный и кинематический анализ механизмов. Степень подвижности.	8				17
Классификация передач	4				8
Тема 1.2. Кинематика зубчатых передач (рядовые, планетарные). Передаточное отношение. Формула Виллиса	4				9
Раздел 2. Сопротивление материалов					
Тема 2.1. Растяжение/сжатие, сдвиг, кручение. Эпюры внутренних усилий	12		6		30
Тема 2.2. Изгиб. Эпюры Q и M. Нормальные напряжения	4		2		10
	4		2		10
Тема 2.3. Теории прочности. Эквивалентные напряжения. Усталостная прочность	4		2		10
Раздел 3. Детали машин и основы конструирования					
Тема 3.1. Соединения (резьбовые, шпоночные, шлицевые). Расчёт на прочность	14		11		20
Тема 3.2. Механические передачи (зубчатые, червячные, ременные). Расчёт геометрии и прочности	4		3		5
	4		3		5
Тема 3.3. Валы и оси. Расчёт на статическую и усталостную прочность	3		3		5
	3		2		5
Тема 3.4. Подшипники качения и скольжения. Муфты. Выбор по стандартам					
Итого в семестре:	34		17		57
Итого	34	0	17	0	57

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Теория механизмов и машин Тема 1.1. Структурный и кинематический анализ механизмов. Степень подвижности. Классификация передач Тема 1.2. Кинематика зубчатых передач (рядовые, планетарные). Передаточное отношение. Формула Виллиса
2	Раздел 2. Сопротивление материалов Тема 2.1. Растяжение/сжатие, сдвиг, кручение. Эпюры внутренних усилий Тема 2.2. Изгиб. Эпюры Q и M. Нормальные напряжения Тема 2.3. Теории прочности. Эквивалентные напряжения. Усталостная прочность
3	Раздел 3. Детали машин и основы конструирования Тема 3.1. Соединения (резьбовые, шпоночные, шлицевые). Расчёт на прочность Тема 3.2. Механические передачи (зубчатые, червячные, ременные). Расчёт геометрии и прочности

	Тема 3.3. Валы и оси. Расчёт на статическую и усталостную прочность Тема 3.4. Подшипники качения и скольжения. Муфты. Выбор по стандартам
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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	Определение механических характеристик материала при растяжении	2		2
2	Определение модуля сдвига при кручении	2		2
3	Исследование деформации изгиба консольного стержня прямоугольного поперечного сечения	2		2
4	Исследование КПД механических передач	3		3
5	Исследование КПД винтового механизма	3		3
6	Исследование рабочих процессов ременных передач	3		3
7	Исследование трения в подшипниках качения	2		3
Всего		17		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
----------------------------	------------	----------------

1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	45	45
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	57	57

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)
https://e.lanbook.com/book/401117 Режим доступа: для авториз. пользователей	Молотников, В. Я. Прикладная механика : учебник для вузов / В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 408 с. — ISBN 978-5-507-48917-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
https://e.lanbook.com/book/510385 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие для вузов / В. П. Чмиль. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 280 с. — ISBN 978-5-507-54739-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
https://e.lanbook.com/book/341261 Режим доступа: для авториз.	Соппротивление материалов / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А.	

пользователей.	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.-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	Проектирование мехатронных модулей механических систем : учебное пособие : в 3 ч. ч. 3. Основы проектирования и расчета деталей, узлов и механизмов машин и приборов / 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, 2023. - 73 с. : рис. - Библиогр.: с. 72 (5 назв.). - ISBN 978-5-8088-1623-7 : 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
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»
https://lms.guap.ru	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	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

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений;

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	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	Сформулируйте и запишите закон Гука при растяжении/сжатии. Поясните физический смысл модуля упругости E .	УК-2.3.1
2	Запишите закон Гука при сдвиге ($\tau = G \cdot \gamma$). Поясните физический смысл модуля сдвига G . Как связаны E , G и коэффициент Пуассона μ ?	
3	Сформулируйте и запишите формулу Чебышева для определения степени подвижности плоского механизма. Что означает каждый символ?	
4	Какие нормативные ограничения (ГОСТы, СНИПы) необходимо учитывать при расчете запаса прочности? Приведите примеры.	
5	Что такое передаточное отношение механизма? Запишите формулу для рядовой зубчатой передачи и для планетарного механизма (формула Виллиса).	
6	Поставлена цель: «Определить частоту вращения выходного вала планетарного редуктора». Сформулируйте последовательность задач для её достижения.	УК-2.У.1
7	Цель: «Подобрать стандартную шпонку для соединения вала и шкива». Какие расчёты необходимо выполнить?	
8	Цель: «Проверить прочность зубчатой передачи на контактную выносливость». Перечислите задачи расчёта.	
9	Цель: «Рассчитать вал на усталостную прочность». Опишите порядок действий.	
10	Цель: «Выбрать подшипник качения по динамической грузоподъёмности». Сформулируйте последовательность расчёта.	
11	Предложите два альтернативных типа механической передачи для привода с большим межосевым расстоянием ($L=5$ м). Сравните их по КПД и стоимости.	УК-2.У.3

12	Для соединения вала электродвигателя с валом редуктора в условиях возможной несоосности (до 2 мм) предложите два типа муфт. Какими критериями выбрать оптимальную?	
13	Предложите два альтернативных способа увеличения жёсткости консольной балки при неизменной массе.	
14	Для снижения амплитуды резонансных колебаний вала предложите два конструктивных способа.	
15	Предложите два альтернативных материала для изготовления червячного колеса (в паре со стальным червяком). Сравните их по износостойкости и стоимости.	
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	При расчёте балки на изгиб доступны метод начальных параметров и метод непосредственного интегрирования. Какой оптимален при переменном сечении?	
18	Для определения момента инерции сложного сечения (профиль вала со шпоночным пазом) можно разбить на простые фигуры или использовать САД. Какой способ вы выберете в учебных целях? Аргументируйте.	
19	Опишите алгоритм подбора сечения балки из сортамента по условию прочности при изгибе.	
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 и запишите закон Гука при растяжении/сжатии. Поясните физический смысл модуля упругости E применительно к материалам датчиков деформации.	ОПК-1.3.1
22	Запишите закон Гука при сдвиге ($\tau = G \cdot \gamma$). Как используется модуль сдвига при калибровке тензодатчиков?	
23	Сформулируйте III теорию прочности (наибольших касательных напряжений). Применение к расчёту элементов диагностического оборудования.	
24	Что такое предел выносливости материала? Как он учитывается при расчёте вала центрифуги на усталость?	
25	Запишите условие прочности при изгибе для балки. Как применяется момент сопротивления сечения при расчёте рам испытательных машин?	
26	Опишите порядок экспериментального определения модуля упругости стали на растяжение с использованием тензометра.	ОПК-1.У.1
27	Как экспериментально определить КПД зубчатого редуктора диагностического стенда?	
28	Опишите методику экспериментального определения коэффициента трения в подшипнике скольжения привода испытательной машины.	
29	Как экспериментально проверить жёсткость рамы координатно-измерительной машины под нагрузкой?	
30	Опишите порядок экспериментального определения момента инерции вращающихся частей центрифуги методом крутильных колебаний.	ОПК-1.В.1
31	Какие методы естественно-научных дисциплин (физика, материаловедение) применяются при расчёте на прочность элементов диагностического оборудования?	

32	Как используются законы механики при разработке тензометрических датчиков для контроля деформаций?	
33	Опишите применение методов сопротивления материалов в контроле качества сварных соединений.	
34	Как формируется инженерное мышление при проектировании механических узлов приборов неразрушающего контроля?	
35	Приведите пример применения естественно-научных знаний (физики упругости) в расчёте пьезокерамических преобразователей.	
36	Опишите порядок кинематического расчёта двухступенчатого цилиндрического редуктора для привода поворотного стола компьютерного томографа.	ОПК-2.У.1
37	Как определить эквивалентную динамическую нагрузку на подшипник качения в опоре вала ультразвукового сканера?	
38	Опишите методику проверочного расчёта зубчатой передачи привода координатно-измерительной машины на контактную прочность.	
39	Как выполняется расчёт вала на статическую прочность по эквивалентному моменту для привода центрифуги?	
40	Опишите методику расчёта шпоночного соединения на смятие и срез для вала привода испытательного стенда.	

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	Формула Чебышева для определения степени подвижности плоского механизма имеет вид: A) $W = 3n - 2p_1 - p_2$ B) $W = n - p_1 - p_2$ C) $W = 3n - p_1 - 2p_2$ D) $W = 6n - 5p_1 - 4p_2$	УК-2.3.1
2	Передаточное отношение рядовой зубчатой передачи определяется как: A) $i = z_2 / z_1$ B) $i = z_1 / z_2$ C) $i = d_2 / d_1$ D) $i = \omega_1 / \omega_2$	
3	Установите соответствие между типом деформации и формулой для расчёта напряжения: 1. Растяжение – А. $\tau = M_{кр} \cdot \rho / I_p$ 2. Кручение – Б. $\sigma = M \cdot y / I_x$ 3. Изгиб – В. $\sigma = N / A$ Ответ: 1–В, 2–А, 3–Б	
4	Расположите в правильной последовательности этапы проверочного	

	<p>расчёта зубчатой передачи на контактную прочность:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение расчётного контактного напряжения σ_H 2. Выбор допускаемого контактного напряжения $[\sigma_H]$ 3. Сравнение $\sigma_H \leq [\sigma_H]$ 4. Расчёт геометрических параметров передачи (d_w, b_w) <p>Ответ: $4 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 3$</p>	
5	<p>Запишите условие прочности при кручении для круглого вала (в буквенном обозначении).</p> <p>Ответ: $\tau_{\max} \leq [\tau]$ или $\tau = M_{\text{кр}} / W_p \leq [\tau]$</p>	
6	<p>Какое из перечисленных соединений относится к разъёмным?</p> <p>А) Сварное В) Резьбовое С) Заклёпочное Д) Клеевое</p>	УК-2.У.1
7	<p>Какие параметры необходимо определить при кинематическом расчёте редуктора? (выберите все верные)</p> <p>А) Передаточное число u В) Частоты вращения валов n_i С) Крутящие моменты на валах T_i Д) Материал зубчатых колёс</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 M_{\max} 1. Чтобы оценить жёсткость конструкции (прогиб) Б. Вычислить момент сопротивления сечения W 2. Чтобы рассчитать допускаемое напряжение материала В. Определить прогиб балки y_{\max} 3. Чтобы найти опасное сечение и величину нагрузки Г. Назначить коэффициент запаса прочности n 4. Чтобы преобразовать геометрию сечения в механическую характеристику</p> <p>Ответ: А-3, Б-4, В-1, Г-2</p>	
9	<p>Расположите в правильной последовательности этапы расчёта вала на статическую прочность:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построение эпюры изгибающих моментов M 2. Построение эпюры крутящих моментов T 3. Определение опасного сечения 4. Расчёт эквивалентного напряжения и проверка прочности <p>Ответ: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$</p>	
10	<p>Напишите формулу для расчётной динамической грузоподъёмности подшипника качения (для ресурса L_{10}).</p> <p>Ответ: $C = P L_{10}^{1/p}$</p>	
11	<p>Какой тип подшипника оптимален для восприятия только радиальной нагрузки при высокой частоте вращения?</p> <p>А) Шариковый радиальный Б) Роликовый конический С) Шариковый упорный Д) Роликовый сферический</p>	УК-2.У.3

12	Альтернативными способами уравнивания вращающихся масс являются: (выберите все верные) А) Установка противовесов В) Высверливание материала С) Динамическая балансировка на станке Д) Увеличение частоты вращения	
13	Установите соответствие между типом муфты и её свойством: 1. Упругая муфта (МУВП) – А. Компенсирует несоосность валов 2. Зубчатая муфта – Б. Гасит колебания и смягчает удары 3. Жёсткая компенсирующая – В. Допускает радиальное и угловое смещение Ответ: 1–Б, 2–В, 3–А	
14	Расположите в порядке возрастания КПД механические передачи: 1. Червячная 2. Цилиндрическая зубчатая 3. Ремённая 4. Цепная Ответ: 1 → 3 → 4 → 2	
15	Предложите два альтернативных способа увеличения жёсткости балки при изгибе (без изменения материала). Ответ: 1) Увеличить высоту сечения; 2) Перейти на двутавровый профиль	
16	Эквивалентное напряжение по III теории прочности для плоского напряжённого состояния (σ_x, τ_{xy}) рассчитывается по формуле: А) $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{(\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)}$ В) $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{(\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2)}$ С) $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{(\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)}$ Д) $\sigma_{\text{экв}} = \sigma_x + 2\tau_{xy}$	УК-2.В.2
17	Какие критерии следует учитывать при выборе типа ремня (плоский, клиновой, поликлиновой)? (выберите все верные) А) Передаваемая мощность В) Частота вращения С) Межосевое расстояние Д) Стоимость ремня	
18	Установите соответствие между видом деформации и характеристикой прочности материала: 1. Растяжение – А. Предел выносливости σ_R 2. Кручение – Б. Предел текучести σ_T 3. Усталость – В. Предел прочности τ_B (при кручении) Ответ: 1–Б, 2–В, 3–А	
19	Расположите в правильной последовательности этапы выбора подшипника качения по динамической грузоподъёмности: 1. Расчёт эквивалентной динамической нагрузки Р 2. Выбор подшипника из каталога ($C \geq C_{\text{тр}}$) 3. Определение требуемой грузоподъёмности $C_{\text{тр}}$ 4. Задание требуемого ресурса L_{10h} (часов) Ответ: 4 → 1 → 3 → 2	
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	<p>Модуль упругости (модуль Юнга) E характеризует:</p> <p>А) Пластичность материала</p> <p>В) Сопротивление материала упругой деформации при растяжении/сжатии</p> <p>С) Твёрдость материала</p> <p>Д) Ударную вязкость</p>	ОПК-1.3.1
22	<p>Какие механические характеристики материала определяются из диаграммы растяжения? (выберите все верные)</p> <p>А) Предел текучести $\sigma_{\text{т}}$</p> <p>В) Предел прочности $\sigma_{\text{в}}$</p> <p>С) Относительное удлинение δ</p> <p>Д) Модуль упругости E</p>	
23	<p>Установите соответствие между законом и его применением в диагностике:</p> <p>1. Закон Гука – А. Расчёт деформации датчика</p> <p>2. II закон Ньютона – Б. Расчёт сил инерции</p> <p>3. Закон сохранения энергии – В. Расчёт ударных нагрузок</p> <p>Ответ: 1–А, 2–Б, 3–В</p>	
24	<p>Порядок калибровки тензометрического датчика:</p> <p>1. Нагружение образца</p> <p>2. Измерение деформации</p> <p>3. Построение тарировочного графика</p> <p>4. Расчёт коэффициента преобразования</p> <p>Ответ: 1 → 2 → 3 → 4</p>	
25	<p>Закон Гука при растяжении/сжатии (формула).</p> <p>Ответ: $\sigma = E \cdot \epsilon$</p>	
26	<p>Что измеряет тензодатчик сопротивления?</p> <p>А) Силу</p> <p>В) Деформацию</p> <p>С) Давление</p> <p>Д) Температуру</p>	ОПК-1.У.1
27	<p>Факторы, влияющие на точность тензометрических измерений:</p> <p>А) Температура</p> <p>В) Крепление датчика</p> <p>С) Материал базы</p> <p>Д) Цвет датчика</p>	
28	<p>Установите соответствие между методом НК и используемым механическим принципом:</p> <p>1. Ультразвуковой контроль – А. Упругие волны</p> <p>2. Вибродиагностика – Б. Собственные частоты</p> <p>3. Акустическая эмиссия – В. Распространение звука</p> <p>Ответ: 1–А, 2–Б, 3–В</p>	
29	<p>Этапы проведения ультразвукового контроля сварного шва:</p> <p>1. Настройка прибора</p> <p>2. Сканирование шва</p> <p>3. Анализ эхосигналов</p> <p>4. Оценка качества</p> <p>Ответ: 1 → 2 → 3 → 4</p>	
30	<p>Какая физическая величина определяется по амплитуде эхосигнала в УЗ-дефектоскопии?</p> <p>Ответ: <i>Размер дефекта (площадь, эквивалентный размер отражателя)</i></p>	
31	<p>Модуль упругости (модуль Юнга) характеризует:</p> <p>А) Пластичность</p>	ОПК-1.В.1

	В) Сопротивление упругой деформации С) Твёрдость	
32	Навыки для решения задачи о напряжении в балке: А) Построение эпюр В) Интегрирование уравнений С) Пользование сортаментом	
33	Установите соответствие между видом деформации и формулой: А. Растяжение – 1. $\tau = M_{кр} \cdot r / I_p$ Б. Кручение – 2. $\sigma = M \cdot y / I_x$ В. Изгиб – 3. $\sigma = N / A$ Г. Сдвиг – 4. $\tau = Q \cdot S_{отс} / (I \cdot b)$ Ответ: А–3, Б–1, В–2, Г–4	
34	Этапы расчёта статически определимой балки – опоры диагностического стенда: 1. Определение реакций опор 2. Построение эпюры Q 3. Построение эпюры M 4. Определение опасного сечения Ответ: 1 → 2 → 3 → 4	
35	Сформулируйте теорему о движении центра масс применительно к виброизоляции прибора. Ответ: <i>Центр масс движется как материальная точка с массой всей системы под действием суммы внешних сил</i>	
36	Метод математического моделирования в механике позволяет: А) Заменить реальный объект расчётной схемой В) Упростить вычисления	ОПК-2.У.1
37	Какие методы математического анализа применяются в прикладной механике? А) Дифференциальное исчисление В) Интегральное исчисление С) Теория вероятностей	
38	Установите соответствие между математическим методом и его применением: 1. Дифференцирование – А. Вычисление прогиба 2. Интегрирование – Б. Определение скорости 3. Решение системы уравнений – В. Определение реакций опор Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В	
39	Решение задачи механики с использованием МКЭ для корпуса дефектоскопа: 1. Построение сетки 2. Анализ результатов 3. Формулировка краевой задачи 4. Решение системы уравнений Ответ: 3 → 1 → 4 → 2	
40	Запишите дифференциальное уравнение изгиба балки (направляющей координатной машины). Ответ: $E \cdot I \cdot y'' = M(x)$	

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.

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 промежуточной аттестации.

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

- 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