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

Кафедра № 1

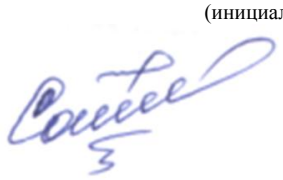
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)



(подпись)
«26» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная механика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Энергетические электрические машины
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н. Е.Э. Аман



24.06.24

(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«24» июня 2024 г, протокол №06/2

Заведующий кафедрой № 1



д.ф.-м.н.,доц.	24.06.24	А.О. Смирнов
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе



доц.,к.т.н.	24.06.24	Н.В. Решетникова
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладная механика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Энергетические электрические машины». 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-3 «Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

ОПК-5 «Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов прикладной механики для анализа, проектирования и эксплуатации энергетического оборудования: расчёт на прочность и жесткость валов электродвигателей, редукторов и муфт; 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) с учётом цифровых методов расчёта.

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 экзамена (4 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

Формирование фундаментальных знаний по теории механизмов и машин, сопротивлению материалов, деталям машин и основам конструирования для анализа механических систем энергетического оборудования (электроприводы, редукторы, муфты).

Развитие инженерного мышления для решения профессиональных задач: расчёт на прочность и жесткость валов, выбор и проверка подшипников, муфт, шпоночных соединений; кинематический расчёт зубчатых и червячных передач.

Подготовка к профессиональной деятельности в области цифровой энергетики: умение выполнять проектные и проверочные расчёты механических передач.

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.З.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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.Д.4 демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики ОПК-3.Д.5 демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач
Общепрофессиональные	ОПК-5 Способен	ОПК-5.Д.3 выполняет

компетенции	использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	электромагнитные, тепловые и вибрационные исследования для определения запаса прочности и усталости материалов

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:

– «Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов»,
– «Аддитивное производство»
– «Основы проектирования электроэнергетических систем»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	6/ 216	6/ 216
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)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	129	129
***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Теория механизмов и машин Тема 1.1. Структурный и кинематический анализ механизмов. Степень подвижности. Классификация передач	12 12				21 21
Раздел 2. Сопротивление материалов Тема 2.1. Растяжение/сжатие, сдвиг, кручение. Эпюры внутренних усилий Тема 2.2. Изгиб. Эпюры Q и M. Нормальные напряжения	11 5 6		9 4 5		54 27 27
Раздел 3. Детали машин и основы конструирования Тема 3.1. Механические передачи (зубчатые, червячные, ременные). Расчёт геометрии и прочности	11 11		8 4 4		54 54
Итого в семестре:	34		17		129
Итого	34	0	17	0	129

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
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
3	Раздел 3. Детали машин и основы конструирования Тема 3.1. Механические передачи (зубчатые, червячные, ременные). Расчёт геометрии и прочности

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	5		2
2	Определение модуля сдвига при кручении	4		2
3	Исследование КПД винтового механизма	4		3
4	Исследование рабочих процессов ременных передач	4		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)	95	95
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	9	9
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	11	11
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	129	129

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. 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.-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. 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.	5

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

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

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

URL адрес	Наименование
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;	11-05 (ул. Гастелло, д.15)

	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	
	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 средствами обучения, служащими для представления учебной информации (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi или по локальной вычислительной сети).	14-15 (ул. Гастелло 15)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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.

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; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Сформулируйте и запишите закон Гука при растяжении/сжатии. Поясните физический смысл модуля упругости E.	УК-2.З.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 CAD. 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 закон Гука при растяжении/сжатии. Запишите его математическое выражение и поясните смысл входящих величин.	ОПК-3.Д.4
22	Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Как он применяется для расчёта маховика?	

23	Запишите условие статической уравновешенности вращающегося ротора. Что такое статическая балансировка?	
24	Что такое критическая частота вращения вала? Как она связана с собственной частотой колебаний?	
25	Запишите формулу Эйлера для критической силы при продольном изгибе. От каких параметров она зависит?	
26	Поясните, как закон Гука применяется для определения жёсткости пружины. Приведите расчётную формулу.	ОПК-3.Д.5
27	Опишите порядок проверочного расчёта шпоночного соединения на смятие. Запишите формулу.	
28	Объясните, как определяется эквивалентное напряжение по IV теории прочности (Губера-Мизеса). Где она применяется?	
29	Поясните, как закон Гука при сдвиге ($\tau = G \cdot \gamma$) используется для расчёта деформаций при кручении.	
30	Что такое предел выносливости материала? Как он учитывается при расчёте вала на усталость?	
31	Как влияет термообработка (закалка, цементация) на контактную прочность зубьев передачи?	ОПК-5.Д.3
32	Опишите методику выбора материала для червячного колеса в зависимости от скорости скольжения.	
33	Как учитывается концентрация напряжений при расчёте вала на усталостную прочность?	
34	Какие механические характеристики материала определяются из диаграммы растяжения (σ_т, σ_в, δ, ψ)?	
35	Как зависит допускаемое контактное напряжение [σ_H] от твёрдости поверхности зубьев?	

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

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

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

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	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) $W = 3n - p_1 - 2p_2$	УК-2.З.1

	D) $W = 6n - 5p_1 - 4p_2$	
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 расчёта зубчатой передачи на контактную прочность: 1. Определение расчётного контактного напряжения σ_H 2. Выбор допускаемого контактного напряжения $[\sigma_H]$ 3. Сравнение $\sigma_H \le [\sigma_H]$ 4. Расчёт геометрических параметров передачи (d_w, b_w) Ответ: 4 → 2 → 1 → 3	
5	Запишите условие прочности при кручении для круглого вала (в буквенном обозначении). Ответ: $\tau_max \le [\tau]$ или $\tau = M_кр / W_p \le [\tau]$	
6	Какое из перечисленных соединений относится к разъёмным? A) Сварное **B) Резьбовое** C) Заклёпочное D) Клеевое	УК-2.У.1
7	Какие параметры необходимо определить при кинематическом расчёте редуктора? (выберите все верные) **A) Передаточное число u** **B) Частоты вращения валов n_i** **C) Крутящие моменты на валах T_i** D) Материал зубчатых колёс	
8	Инженеру поставлена цель: «Обеспечить прочность стальной балки при изгибе». Установите соответствие между конкретными инженерными задачами (левый столбец) и причинами, почему эта задача еобходима для достижения цели (правый столбец). К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца. 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 Ответ: А-3, Б-4, В-1, Г-2	
9	Расположите в правильной последовательности этапы расчёта вала на статическую прочность:	

	1. Построение эпюры изгибающих моментов M 2. Построение эпюры крутящих моментов T 3. Определение опасного сечения 4. Расчёт эквивалентного напряжения и проверка прочности Ответ: 1 → 2 → 3 → 4	
10	Напишите формулу для расчётной динамической грузоподъёмности подшипника качения (для ресурса $L_{1\ 0}$). Ответ: C = P $L_{1\ 0}$ ^(1/p)	
11	Какой тип подшипника оптимален для восприятия только радиальной нагрузки при высокой частоте вращения? **A) Шариковый радиальный** B) Роликовый конический C) Шариковый упорный D) Роликовый сферический	УК-2.У.3
12	Альтернативными способами уравновешивания вращающихся масс являются: (выберите все верные) **A) Установка противовесов** **B) Высверливание материала** **C) Динамическая балансировка на станке** D) Увеличение частоты вращения	
13	Установите соответствие между типом муфты и её свойством: 1. Упругая муфта (МУВП) – A. Компенсирует несоосность валов 2. Зубчатая муфта – Б. Гасит колебания и смягчает удары 3. Жёсткая компенсирующая – B. 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: **A) σ_экв = √(σ_x² + 3τ_xy²)** B) σ_экв = √(σ_x² + 4τ_xy²) C) σ_экв = √(σ_x² + 3τ_xy²) D) σ_экв = σ_x + 2τ_xy	УК-2.В.2
17	Какие критерии следует учитывать при выборе типа ремня (плоский, клиновой, поликлиновой)? (выберите все верные) **A) Передаваемая мощность** **B) Частота вращения** **C) Межосевое расстояние** **D) Стоимость ремня**	
18	Установите соответствие между видом деформации и характеристикой прочности материала: 1. Растяжение – A. Предел выносливости σ_R 2. Кручение – Б. Предел текучести σ_т	

	3. Усталость – В. Предел прочности τ_в (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 P 2. Выбор подшипника из каталога (C ≥ C_тр) 3. Определение требуемой грузоподъёмности C_тр 4. Задание требуемого ресурса $L_{1\ 0}$ h (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 / [σ]; 2. По сортаменту подобрать сечение с W ≥ требуемого; 3. Проверить по касательным напряжениям	
21	**Момент инерции** поперечного сечения при изгибе влияет на: A) **Жёсткость балки** B) Прочность при растяжении C) Твёрдость материала D) Коэффициент трения	ОПК-3.Д.4
22	Какие из перечисленных **механических характеристик** материала определяются из диаграммы растяжения? (выберите все верные) A) **Предел текучести σ_т** B) **Предел прочности σ_в** C) **Относительное удлинение δ** D) **Модуль упругости E**	
23	Установите соответствие между **видом деформации** и **расчётной формулой** напряжения: 1. Растяжение – А. τ = M_кр·ρ / I_p 2. Кручение – Б. σ = M·y / I_x 3. Изгиб – В. σ = N / A Ответ: **1–В, 2–А, 3–Б**	
24	Расположите в правильной последовательности этапы **проектного расчёта цилиндрической зубчатой передачи** на контактную прочность: 1. Определение межосевого расстояния a_w 2. Выбор допускаемого контактного напряжения [σ_H] 3. Расчёт геометрических параметров (модуль, числа зубьев) 4. Определение расчётного крутящего момента на валу колеса Ответ: **4 → 2 → 1 → 3**	
25	Напишите формулу для расчётного ресурса подшипника качения $L_{1\ 0}$ (в миллионах оборотов) через динамическую грузоподъёмность C и эквивалентную нагрузку P. Ответ: $L_{1\ 0}$ = (C / P)^p (p=3 для шариковых, p=10/3 для роликовых)	
26	Критическая частота вращения вала соответствует: A) Максимальной допустимой частоте по прочности **B) Частоте, равной собственной частоте колебаний вала** C) Частоте, при которой возникают пластические деформации D) Частоте, при которой КПД максимален	ОПК-3.Д.5
27	Какие факторы влияют на предел выносливости материала? (выберите все верные) **A) Концентрация напряжений** **B) Масштабный фактор**	

	C) Качество поверхности D) Твёрдость по Бринеллю	
28	Установите соответствие между материалом зубчатого колеса и рекомендуемой термообработкой: 1. Сталь 45 – А. Цементация + закалка 2. Сталь 20Х – Б. Объёмная закалка 3. Сталь 40Х – В. Улучшение (закалка + высокий отпуск) Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В	
29	Расположите в порядке возрастания предела прочности σ_в (ориентировочно) для сталей: 1. Сталь обыкновенного качества (Ст3) 2. Конструкционная сталь 45 3. Легированная сталь 40Х (улучшенная) 4. Цементуемая сталь 20Х (после цементации) Ответ: 1 (≈400 МПа) → 2 (≈600) → 3 (≈800) → 4 (≈1000)	
30	Напишите условие прочности при изгибе для балки (в буквенном обозначении). Ответ: σ_max ≤ [σ], M_max / W_x ≤ [σ]	
31	Какое назначение имеет цементация (науглероживание) стальных зубчатых колёс? **А) Повышение твёрдости поверхности при сохранении вязкой сердцевины** B) Увеличение пластичности C) Снижение стоимости D) Улучшение обрабатываемости резанием	ОПК-5.Д.3
32	Какие механические испытания позволяют определить предел выносливости материала? (выберите все верные) **А) Испытание на усталость (вращающийся образец)** **В) Испытание на циклическое растяжение-сжатие** C) Испытание на статическое растяжение D) Испытание на ударный изгиб	
33	Установите соответствие между типом термообработки стали и достигаемой твёрдостью (по возрастанию): 1. Улучшение (закалка + высокий отпуск) – А. 45–50 HRC 2. Объёмная закалка – Б. 25–35 HRC 3. Цементация + закалка – В. 58–62 HRC Ответ: 1–Б, 2–А, 3–В	
34	Расположите в порядке возрастания концентрации напряжений (K_σ) для следующих конструктивных элементов вала: 1. Галтель (плавный переход) 2. Шпоночный паз 3. Кольцевая канавка 4. Сквозное отверстие Ответ: 1 → 4 → 2 → 3	
35	Напишите формулу для коэффициента запаса прочности при усталостном расчёте вала (при симметричном цикле нагружения) в буквенном обозначении. Ответ: n = σ_R / σ_a (где σ_R – предельное напряжение, σ_a – амплитуда напряжения)	

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 нормалей, 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 обучающихсяявляются:

– 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 самостоятельной работы

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихсяявляются:

– учебно-методический материал по дисциплине;

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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