

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.18 Механика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

21.03.01 Нефтегазовое дело

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и  
хранения нефти, газа и продуктов переработки

Курс

2

Семестр

3, 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	216 / 6	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	54	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	108	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	4	семестр
Зачет	3	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 21.03.01 Нефтегазовое дело

Программу составили:

Зав. кафедрой СМиПМ, профессор, д-р техн. наук	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	С.П. Иванов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
старший преподаватель	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	А.С. Иванова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра сопротивления материалов и прикладной механики

(наименование кафедры)			
05.02.2024	протокол №	4	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.П. Иванов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Ширнин
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Шатилов Анатолий Авенирович, инженер 1 категории ООО "Газпром  
газораспределение Йошкар-Ола"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-4 Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает: - методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	<b>знания:</b> методов анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли. Знания основных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин под действием внешних нагрузок. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-4.2. Умеет: - планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы	<b>знания:</b> <b>умения:</b> планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы. Умения составлять расчетную схему исследуемого объекта, правильно выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин под действием внешних нагрузок. <b>навыки:</b>
	ПК-4.3. Владеет: - способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> использования физико-математического аппарата для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Навыки практических расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин под действием внешних нагрузок.

2. ПК-6 Способность выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК-6.1. Знает: - технику и технологию проведения проектирования технологических процессов, технологических комплексов, используемых на производстве, в частности системы диспетчерского управления, геолого-технического контроля и т.д., стандартные компьютерные программы для расчета технических средств и технологических решений	<b>знания:</b> Знания основных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин под действием внешних нагрузок. Знания техники и технологии проведения проектирования технологических процессов, технологических комплексов, используемых на производстве, в частности системы диспетчерского управления, геолого-технического контроля и т.д. Знания стандартных компьютерных программ для расчета технических средств и технологических решений. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-6.2. Умеет: - анализировать и обобщать опыт разработки технических и технологических проектов, использовать стандартные программные средства при проектировании производственных и технологических процессов в нефтегазовой отрасли	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умения правильно выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин под действием внешних нагрузок. Умения анализировать и обобщать опыт разработки технических и технологических проектов, использовать стандартные программные средства при проектировании производственных и технологических процессов в нефтегазовой отрасли. <b>навыки:</b>
	ПК-6.3. Владеет: - навыками проектирования отдельных разделов технических и технологических проектов	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Навыки практических расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин под действием внешних нагрузок. Навыки проектирования отдельных разделов технических и технологических проектов.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика (ПК-4), Моделирование технологических процессов и систем (ПК-4), Насосные и компрессорные станции (ПК-6), Проектирование и эксплуатация объектов хранения нефти и

нефтепродуктов (ПК-6); практиках: Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-6)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения, тренинговые

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>1. Статика</b>	<b>34</b>	ПК-4
Лекция. Введение в курс «Теоретическая механика». Основные понятия статики. Аксиомы статики. Основные типы связей и реакции связей.	2	
Практическое занятие. Проекция силы на ось. Система сходящихся сил. Условия равновесия системы сходящихся сил. Решение задач по теме «Равновесие тела под действием системы сходящихся сил».	3	
Практическое занятие. Момент силы относительно центра (точки). Алгебраический момент силы относительно точки. Теорема Вариньона.	1	
Лекция. Произвольная плоская система сил (ППСС). Пара сил. Момент пары сил. Свойства пары сил. Сложение пар сил. Лемма о параллельном переносе силы. Основная теорема статики. Условия равновесия ППСС. Распределенная сила (нагрузка).	2	
Практическое занятие. Решение задач по теме «Равновесие тела под действием произвольной плоской системы сил. Определение реакций опор плоской конструкции».	4	
Лекция. Пространственная система сил. Момент силы относительно оси. Основная теорема статики. Главный вектор и главный момент данной системы сил. Условия (уравнения) равновесия произвольной пространственной системы сил.	2	
Практическое занятие. Решение задач по темам «Вычисление момента силы относительно оси», «Определение реакций опор в пространственных конструкциях».	4	
Лекция. Система параллельных сил. Сложение параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела (объема, площади, линии). Статические моменты площади сечения.	2	
Практическое занятие. Способы определения положения центров тяжести тел. Решение задач по теме «Определение положения центра тяжести плоских фигур».	2	

Практическое занятие. Равновесие тел при наличии сил трения. Трение покоя и скольжения. Трение качения. Решение задачи по теме «Равновесие тел при наличии сил трения».	2	
Практическое занятие. Выполнение контрольной работы по разделу. Защита РГР, коллоквиум.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1. Выполнение расчетно-графических работ: РГР № 1. «Равновесие тела под действием произвольной плоской системы сил. Определение реакций опор»; РГР № 2. «Определение реакций опор пространственной конструкции»; 2. Проработка лекционного материала по конспектам и учебным материалам на электронном курсе дисциплины. 3. Выполнение учебно-тренировочных заданий. 4. Подготовка к защите РГР, коллоквиуму.	8	
<b>2. Кинематика</b>	<b>10</b>	
Лекция. Кинематика точки. Основные понятия. Способы описания движения точки (векторный, координатный и естественный). Скорость точки. Ускорение точки.	2	ПК-4
Практическое занятие. Кинематика твердого тела. Простейшие движения твердого тела: поступательное движение; вращательное движение вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Скорость, касательное и нормальное ускорения точки при вращательном движении тела.	2	
Практическое занятие. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек с помощью мгновенного центра скоростей (МЦС) и теоремы о проекциях скоростей двух точек. Пример решения задачи.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебным материалам на электронном курсе дисциплины. 2. Выполнение расчетно-графической работы.	4	
<b>3. Динамика</b>	<b>11</b>	ПК-4
Лекция. Динамика материальной точки (МТ). Основные понятия. Основные задачи динамики МТ. Дифференциальные уравнения движения МТ. Основные динамические величины (количество движения МТ, кинетическая энергия МТ, импульс силы, элементарная работа силы, мощность и др.).	2	
Практическое занятие. Введение в динамику механической системы. Моменты инерции твердого тела, радиус инерции, главные оси инерции. Теорема о движении центра масс системы.	2	
Практическое занятие. Принцип Даламбера. Понятие о силе инерции. Метод кинетостатики. Определение динамических реакции методом кинетостатики. Примеры решения задач.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: 1. Теорема об изменении количества движения МТ. Теорема об изменении кинетической энергии МТ. Теорема об изменении кинетического момента МТ. 2. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твердого тела.	5	ПК-4, ПК-6
<b>4. Основные понятия и исходные положения курса «Сопротивление материалов». Растяжение и сжатие. Механические испытания материалов.</b>	<b>17</b>	
Лекция. Лекция. Основные понятия курса «Сопротивление материалов». Реальный объект и расчетная схема. Схематизация по форме изучаемых объектов. Основные гипотезы о свойствах материала. Схематизация внешних нагрузок. Принципы курса «Сопротивление материалов».	2	
Лекция. Метод сечений. Внутренние силовые факторы (ВСФ). Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное и касательное. Перемещения и деформации (линейные, угловые).	2	
Лекция. Растяжение и сжатие прямого стержня. Гипотеза плоских сечений. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении стержня при растяжении и сжатии. Перемещения и деформации. Закон Гука. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона.	2	
Практическое занятие. Механические испытания материалов на растяжение. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали. Условная и истинная диаграммы напряжений.	2	
Практическое занятие. Механические характеристики материалов (прочности, пластичности, упругости). Испытания на сжатие образцов из различных материалов. Диаграммы сжатия различных материалов (стали, чугуна).	2	
Практическое занятие. Лабораторная работа № 1 «Испытание образца из стали на растяжение». Ознакомление с методикой испытаний на растяжение образца из малоуглеродистой стали, обработка результатов, определение механических характеристик материала.	2	
Практическое занятие. Лабораторная работа № 2 «Испытания на сжатие образцов из различных материалов». Ознакомление с методикой испытаний на сжатие образцов из стали, чугуна, древесины (вдоль и поперек волокон), определение механических характеристик прочности.	2	
Практическое занятие. Напряжения в сечениях, наклонных к оси стержня (на наклонных площадках). Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии. Полная и удельная работа, затраченная на разрыв образца. Вязкость материала. Ударная вязкость.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка защите лабораторных работ.	1	

Иная контактная работа: консультации	0	
--------------------------------------	---	--

#### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>5. Расчёты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии прямого стержня</b>	<b>19</b>	ПК-4, ПК-6
Лекция. Методы расчета строительных конструкций. Метод допускаемых напряжений. Предельное и допускаемое напряжения. Коэффициент запаса прочности. Условия прочности. Условие жесткости. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии (типы задач).	2	
Практическое занятие. Эпюры внутренних силовых факторов. Построение эпюры продольных сил, эпюры нормальных напряжений, эпюры перемещений при растяжении (сжатии) прямого стержня. Определение перемещений. Примеры решения задач.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа № 3 «Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона». Ознакомление с методикой эксперимента, обработка результатов.	2	
Практическое занятие. Решение задач по теме «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии».	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум, защита лабораторных работ № 1,2,3.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебным материалам на электронном курсе дисциплины. 2. Выполнение расчетно-графической работы (РГР) «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии». 3. Подготовка к коллоквиуму, защите лабораторных работ № 1,2,3. 4. Выполнение контрольной работы «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии». 5. Самостоятельное изучение тем "Расчет статически неопределимых систем (СНС), работающих на растяжение-сжатие. Температурные и монтажные напряжения". Примеры решения задач.	10	ПК-4, ПК-6
<b>6. Сдвиг. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Геометрические характеристики поперечных сечений.</b>	<b>17</b>	
Лекция. Сдвиг. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при чистом сдвиге. Модуль сдвига. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления круга и кольца. Гипотезы. Вывод формулы для определения касательного напряжения. Максимальные касательные напряжения.	4	
Практическое занятие. Кручение. Построение эпюры крутящих моментов, эпюры углов закручивания. Определение взаимного угла поворота сечений. Относительный угол закручивания. Примеры решения задач.	2	



Лабораторная работа. Лабораторная работа № 4 «Определение модуля сдвига путем испытания образца на кручение».	1	
Лабораторная работа. Условие прочности и условие жесткости при кручении. Расчеты валов на прочность и жесткость при кручении (типы задач). Примеры решения задач.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебным материалам на электронном курсе дисциплины. 2. Выполнение расчетно-графической работы (РГР) «Расчёт вала на прочность и жесткость при кручении». 3. Самостоятельное изучение и конспектирование по теме «Статические моменты площади. Осевые и центробежный моменты инерции. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей координат. Осевые моменты инерции простейших фигур (прямоугольник, треугольник, круг). Изменение моментов инерции при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции». 4. Выполнение контрольной работы. 5. Подготовка к защите РГР, коллоквиуму.	8	
<b>7. Плоский изгиб. Расчёты на прочность и жесткость.</b>	<b>32</b>	ПК-4, ПК-6
Лекция. Плоский изгиб стержня. Внутренние силовые факторы. Правило знаков. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами и интенсивностью внешней распределенной нагрузки при плоском поперечном изгибе.	2	
Практическое занятие. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов при плоском изгибе. Примеры решения задач.	2	
Лабораторная работа. Контрольная работа "Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов при плоском изгибе"	2	
Лекция. Чистый изгиб. Основные гипотезы. Формула для определения нормального напряжения в поперечном сечении балки. Жесткость поперечного сечения стержня на изгиб. Линейные и угловые перемещения при плоском поперечном изгибе балки.	2	
Практическое занятие. Условия прочности при плоском поперечном изгибе. Расчеты на прочность при плоском изгибе (типы задач). Решения задач по темам «Нормальные и касательные напряжения в поперечном сечении балки», «Расчеты на прочность при плоском изгибе».	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа № 5 «Определение упругих перемещений при плоском изгибе балки».	2	
Лекция. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Определение перемещений методом интегрирования дифференциального уравнения упругой линии балки. Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Работа внешних сил. Потенциальная энергия деформации стержня в общем случае его нагружения. Теорема Кастильяно. Интегралы Максвелла-Мора.	2	
Практическое занятие. Определение упругих перемещений с помощью интегралов Мора. Вычисление интегралов Мора по	2	

правилу Верещагина. Примеры решения задач.		
Лабораторная работа. Расчёт витых цилиндрических пружин. Лабораторная работа № 6 «Определение упругих перемещений витых цилиндрических пружин».	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Изучение учебных материалов на электронном курсе дисциплины. 2. Выполнение расчетно-графических работ (РГР): «Эпюры внутренних силовых факторов при плоском поперечном изгибе», «Расчёты на прочность при плоском изгибе», «Расчеты на жесткость при плоском изгибе». 3. Самостоятельное изучение и конспектирование по темам: «Рациональные формы поперечных сечений балок: двутавр, швеллер и др. Балка равного сопротивления изгибу», «Изгиб тонкостенных стержней. Центр изгиба», «Касательные напряжения при плоском поперечном изгибе стержня со сплошным поперечным сечением. Формула Журавского». 4. Выполнение контрольной работы.	14	
<b>8. Сложное сопротивление. Основы теории напряженного и деформированного состояния.</b>	<b>20</b>	ПК-4, ПК-6
Лекция. Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжения. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Классификация напряженных состояний. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Главные оси и главные деформации. Объёмная деформация. Обобщённый закон Гука для изотропного тела. Потенциальная энергия изменения объёма и изменения формы.	2	
Практическое занятие. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Эпюры внутренних силовых факторов. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении стержня. Опасные точки в сечении. Расчет на прочность при косом изгибе. Примеры решения задач.	4	
Лабораторная работа. Изгиб с кручением стержня круглого поперечного сечения. Эпюры внутренних силовых факторов. Опасное сечение, определение напряжений, нейтральная линия, опасные точки. Расчёты на прочность при изгибе с кручением стержня круглого поперечного сечения. Пример решения задачи.	2	
Лекция. Прочность при сложном напряженном состоянии. Теории (критерии) прочности.	1	
Лабораторная работа. Лабораторная работа № 7 «Определение напряжений при внецентренном растяжении прямого	1	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебным материалам на электронном курсе дисциплины. 2. Выполнение расчетно-графических работ (РГР): «Расчёты на прочность при косом изгибе стержня», «Расчёты на прочность при изгибе с кручением стержня круглого поперечного сечения». 3. Самостоятельное изучение и конспектирование по темам «Внецентренное растяжение-сжатие. Эпюры внутренних силовых факторов. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении стержня. Опасные точки в сечении. Ядро сечения. Расчеты на прочность при внецентренном растяжении-сжатии».	10	
<b>9. Устойчивость упругих систем.</b>	<b>4</b>	ПК-4, ПК-6
Лекция. Устойчивость упругих систем. Понятие потери устойчивости. Критическая сила. Устойчивость центрально сжатых стержней. Задача Эйлера.	1	
Лабораторная работа. Лабораторная работа № 8 «Определение критической силы сжатого стержня». Зависимость критической силы от условий закрепления концов стержня.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение темы "Критическое напряжение. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости стержня при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Тетмайера-Ясинского. Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней. Расчет сжатых стержней на устойчивость."	2	
<b>10. Динамическое действие нагрузок. Прочность при циклическом нагружении.</b>	<b>5</b>	ПК-4, ПК-6
Лабораторная работа. Расчёт упругих систем на действие ударной нагрузки. Энергетический метод расчета. Динамический коэффициент.	1	
Лабораторная работа. Лабораторная работа № 9 «Определение динамического коэффициента при ударном приложении нагрузки».	1	
Лекция. Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях. Характеристики стационарного цикла. Механизм усталостного разрушения. Кривая усталости и предел выносливости. Факторы, влияющие на усталостную прочность материала: концентрация напряжений, размеры деталей и качество обработки поверхности. Коэффициенты запаса выносливости. Оценка усталостной прочности при нестационарном циклическом нагружении.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение темы "Основные виды динамических нагрузок, действующих на конструкции".	1	
<b>11. Детали машин.</b>	<b>11</b>	ПК-4, ПК-6
Практическое занятие. Особенности проектирования и конструирования деталей машин. Классификация механических передач. Цилиндрические зубчатые передачи. Конические зубчатые передачи. Червячные передачи.	2	

передачи. Фрикционные передачи. Общие понятия о передачах. Назначение передач. Краткие сведения о геометрии эвольвентного зубчатого зацепления. Контактные напряжения. Силы в зацеплении. Расчёт цилиндрических передач на прочность по контактным напряжениям.		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение и подготовка докладов по темам: 1. Валы и оси. Назначение, классификация и материалы осей и валов. Проектный и проверочный расчёты осей и валов. 2. Опоры качения и скольжения. Назначение, конструкция и классификация подшипников качения. Виды разрушения подшипников. Расчёт подшипников качения по динамической и статической грузоподъёмности. 3. Соединения деталей машин. Шпоночные и шлицевые соединения. Резьбовые соединения деталей машин (виды резьбы, основные параметры резьбы, расчет при статических нагрузках). Заклепочные соединения. Сварные соединения. 4. Муфты. Корпусные детали.	9	
Иная контактная работа: консультации, выполнение контрольной работы	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Механика" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине "Механика". Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к практическим занятиям включает работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины "Механика".

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины "Механика", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины "Механика", к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины "Механика" включает выполнение расчётно-графических работ, контрольных работ, лабораторных работ.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания

хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины "Механика".

Формами промежуточной аттестации по дисциплине "Механика" являются **зачёт, экзамен**.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Журавлев, Евгений Алексеевич. Теоретическая механика [Текст] : курс лекций : [для студентов направлений подготовки 250400, 190600, 220400 всех форм обучения] / Е. А. Журавлев; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 140 с. ISBN 978-5-8158-1281-9. Экземпляры: всего 83.	83 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Zhuravlev_teoredichesk_aia_mexanika_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Zhuravlev_teoredichesk_aia_mexanika_2014.pdf</a>
2.	Лоскутов, Юрий Васильевич. Лекции по теоретической механике [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Лоскутов; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 179 с. ISBN 978-5-8158-1563-6. Экземпляры: всего 27.	27 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Loskutov_Lektsii_teor_mekh_2015.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Loskutov_Lektsii_teor_mekh_2015.pdf</a>
3.	Аркуша, Александр Иоакимович. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов [Текст] : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей сред. спец. учеб. заведений / А. И. Аркуша. 5-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2003. - 351 с. ISBN 5-06-004313-4. Экземпляры: всего 46.	46
4.	Аркуша, Александр Иоакимович. Руководство к решению задач по теоретической механике [Текст] : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей сред. проф. учеб. заведений / А. И. Аркуша. 7-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2004. - 335 с. ISBN 5-06-004314-2. Экземпляры: всего 36.	36
5.	Иосилевич, Г. Б. Прикладная механика [Электронный ресурс] : учебник / Иосилевич Г. Б., Лебедев П. А., Стреляев В. С. 2-е изд., стереотип. Москва: Машиностроение, 2022. - 576 с. ISBN 978-5-907523-00-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/192989">https://e.lanbook.com/book/192989</a>
6.	Булдакова, Юлия Михайловна. Прикладная механика [Текст] : сборник расчетно-графических заданий / Ю. М. Булдакова, С. Г. Кудрявцев, Ю. А. Куликов; Поволжский государственный технологический университет. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 73 с. ISBN 978-5-8158-2367-9.	<a href="https://portal.volgatech.net/books/Buldakova_Prikladnaya_mekhanika_2024_(2).pdf">https://portal.volgatech.net/books/Buldakova_Prikladnaya_mekhanika_2024_(2).pdf</a>
7.	Кузьмин, Л. Ю. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / Кузьмин Л. Ю., Сергиенко В. Н., Ломунов В. К. 3е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург:	<a href="https://e.lanbook.com/book/354527">https://e.lanbook.com/book/354527</a>

	Лань, 2023. - 228 с. ISBN 978-5-8114-7663-3.	
8.	Булдакова, Юлия Михайловна. Прикладная механика [Текст] : сборник расчетно-графических заданий / Ю. М. Булдакова, С. Г. Кудрявцев, Ю. А. Куликов; Поволжский государственный технологический университет. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 73 с. ISBN 978-5-8158-2367-9.	<a href="https://portal.volgatech.net/books/Buldakova_Prikladnaya_mekhanika_2024_(2).pdf">https://portal.volgatech.net/books/Buldakova_Prikladnaya_mekhanika_2024_(2).pdf</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	153 (I)	ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), ИСПЫТ.МАШИНА ГРМ-1 (1), Копер маятниковый WRM (1969г) (1), МАШИНА КМ-50-1 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ ИР 5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), Монитор LCD Samsung 19" SM 940 N (1), УН.ИСПЫТ МАШИНАГМС20 (1), УСТАНОВКА ППУ-7 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Visio Professional, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Access
2.	154 (I)	Измеритель " ИДХ-1" (1), Измеритель " ЛТИ " (1), МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТР (1), Монитор 17" DELL (1), Монитор 19" Samsung 940MG (DOCSK) (1), Монитор LCD Samsung SM 17" (1), Ноутбук Samsung NP -RF 511-S02RU 15,6" (1), ПК ICL RAY S301.2 сист.блок,клавиат,мышь,монитор Samsung P2250G KUV WZ1217) (1), Сист. блок Pen D 945 3.4 DDR 2 1024*2/FDD 3.5/250 Gb/DVD-RW/кл+мышь+коврик (1), Систем.блок P-Athlon64 X2 6000/1024*2Мб/320 Gb/клавиатура+мышь+коврик (1), УСТАНОВКА ЦЕНТР УД. (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Visio Professional, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Access
3.	155 (I)	Лабораторная установка"Модель	Microsoft Office

		М1" (1), Лабораторная установка"Модель М2" (1), Лабораторная установка"Модель М3" (1), Лабораторная установка"Модель М4" (1), МАШИНА Р-10 (1), МАШИНА Р-20 (1), МОДЕЛЬ КОНУС ТРЕНИЯ (1), Экран на штативе 180x180 (1), Комплект учебной мебели (1)	Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Visio Professional, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Access
4.	213 (II)	Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Visio Professional, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Access

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый	Обучающийся твердо знает программный материал,	хорошо

уровень	излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### 3 семестр

#### Образцы заданий расчетно-графических работ (РГР)

#### РГР № 1 "Произвольная плоская система сил. Определение реакций опор твердого тела"

#### Задача 1

Определить реакции связей в конструкциях, исходные (начальные) схемы которых приведены на рис. 1, 2. Данные необходимо взять из табл. 1, 2 (в соответствии с номером варианта).

#### Задача 2

На схемах показаны способы закрепления стержня ( $a$ ,  $b$ ,  $в$ ), ось которого – ломаная линия.

Только для одного способа закрепления стержня ( $a$ ,  $b$  или  $в$ )(см. табл. 3) необходимо:

1) составить (начертить) расчетную (силовую) схему; на схеме внешнюю силу  $P$  необходимо раскладывать на 2 составляющие силы  $P_x$ ,  $P_y$  по



осям  $x$ ,  $y$ .

2) составить и решить 3 уравнения равновесия; определить ВСЕ реакции опор (3 реакции).

3) Выполнить проверку правильности полученного решения, составив четвертое уравнение равновесия.

Данные необходимо взять из таблицы 4.

## РГР № 2. «Определение реакций опор пространственной конструкции»

### Задание 1.

Однородная прямоугольная плита весом  $P = 4$  кН неподвижно закреплена на трёх опорах (рис. 1):

- в точке **A** – сферический шарнир;
- в точке **B** – цилиндрический шарнир (шарнирная петля);
- в точке **C** опирается на невесомый стержень  $CO$ .

На плиту действуют: пара сил с моментом  $M = 5$  кН·м, лежащая в плоскости плиты; сосредоточенные силы  $F_1, F_2$ .

$$F_1 = 5 \text{ кН}, F_2 = 10 \text{ кН}.$$

Сила  $F_1$  лежит в плоскости  $xAy$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 45^\circ$

Точки приложения сил  $F_1, F_2$  находятся в серединах боковых сторон плиты.

Размеры плиты:  $AB = 2$  м,  $BC = 1$  м.

Определить реакции опор **A**, **B** и  $CO$ .

## Итоговая контрольная работа (3 семестр)

### Вариант 0

#### Задание 1

Как называется связь, обозначенная буквой **B** на рисунке?

шарнирно-неподвижная опора

жесткая заделка

скользящая заделка

стержень с шарнирами на концах

#### Задание 2

Как называется связь, обозначенная буквой **A** на рисунке?

жесткая заделка

шарнирно-неподвижная опора

цилиндрический шарнир

стержень с шарнирами на концах

### Задание 3

На балку действует пара сил с моментом  $M$ . Балка закреплена неподвижным шарниром в точке  $A$  и опирается на гладкую опору в точке  $B$ .

Проекция реакции гладкой опоры на горизонтальную ось  $X$  определяется выражением:

$$R_{Bx} = R_B$$

$$R_{Bx} = -R_B \cos 60^\circ$$

$$R_{Bx} = -R_B \sin 60^\circ$$

$$R_{Bx} = 0$$

### Задание 4

Для системы сил  $P = 40$  Н,  $Q = 10$  Н,  $S = 40$  Н, изображенных на рисунке, модуль равнодействующей (в Н) равен:

50

60

30

20

### Задание 5

Силы  $F$ ,  $T$ ,  $N$  лежат в плоскости прямоугольника  $ABCD$ .

Дано:

Момент силы  $N$  относительно точки  $D$  равен \_\_\_\_\_ Н·м.

60

20

40

0

### Задание 6

Какие из сил  $N = 20$  Н,  $P = 20$  Н,  $Q = 20$  Н, изображенных на рисунке образуют пару?

**$N$  и  $Q$**

**$P$  и  $Q$**

**$N$  и  $P$**

нет ни одной пары

### Задание 7

В вершинах куба со стороной  $a$  приложена сила, как указано на рисунке.

Момент силы  $F$  относительно оси  $AB$  равен:

0

$Fa$

$Fa \sin 45^\circ$

$Fa \cos 45^\circ$

### Задание 8

Однородный прямоугольный параллелепипед расположен так, как указано на рисунке.

Координата центра тяжести тела  $y_C =$  \_\_\_\_\_.

4

–4

5

–5

#### Задание 9

Зависимости  $x = f_1(t)$ ,  $y = f_2(t)$ ,  $z = f_3(t)$  используются:

А) при координатном способе описания движения точки;

Б) при естественном способе описания движения точки;

В) при векторном способе описания движения точки;

Г) при описании кинематической связи, наложенной на точку.

#### Задание 10

На рисунке представлен график движения точки на прямолинейной траектории  $s(t)$ .

Запишите значение скорости точки (м/с):

5

0

1

20

#### Задание 11

Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси  $OO_1$  по закону  $\varphi(t) = 2t^3$ . В момент времени  $t = 1$  с тело будет вращаться \_\_\_\_\_.

равноускоренно

равномерно

равнозамедленно

замедленно

#### Задание 12

Точка массой  $m = 4$  (кг) движется по прямой так, что скорость точки изменяется согласно представленному графику  $v(t)$ .

По второму закону Ньютона равнодействующая всех действующих на точку сил  $R =$  \_\_\_\_\_ (Н).

2

4 семестр

Образцы заданий расчетно-графических работ.

РГР № 1 «Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)»

Для ступенчатого стержня (рис. 1) построить эпюру продольных сил, эпюру нормальных напряжений.

Из условия прочности по допускаемым напряжениям определить размер  $b$  поперечного сечения. Форма сечения - квадрат.

Построить эпюру перемещений, определить перемещение свободного конца стержня.

Во сколько раз изменится вес стержня, если при прочих равных условиях ступенчатый стержень заменить стержнем постоянного поперечного сечения?

Номера вариантов указаны в таблице 1, данные – в таблице 2, предел текучести материала – в приложении 1.

Коэффициент запаса прочности  $n_T = 1,5$ .

РГР № 2 «Расчёт вала на прочность и жесткость при кручении»

Ступенчатый стержень нагружен сосредоточенными моментами (рис. 3). Форма поперечного сечения – круг.

Требуется:

1. построить эпюру крутящих моментов  $M_k$ .
2. из условия прочности и условия жесткости определить диаметр  $d$ .
3. Построить эпюру углов закручивания  $\varphi$ .

Принять: Материал: Ст. 40; модуль сдвига  $G = 80$  ГПа, предел текучести при сдвиге  $t_k = 180$  МПа; коэффициент запаса прочности по пределу текучести  $n_T = 2$ ; допустимый относительный угол закручивания  $[\varphi] = 0,2$  град./м (град./м перевести в рад./м). Данные взять из табл. 3.

#### РГР № 3 «Эпюры внутренних силовых факторов при плоском поперечном изгибе»

Задача\_1. Для балки, схема которой задана, определить реакции опор, построить эпюру поперечных сил и эпюру изгибающих моментов. Дано:

Задача\_2. Для балки, схема которой задана (см. в таблице 1), определить реакции опор, построить эпюру поперечной силы  $Q$  и эпюру изгибающего момента  $M_z$ .

Дано:  $F$ ,  $a$ .

.....

#### РГР № 4 «Расчёты на прочность при плоском изгибе»

-

Для балок, расчетные схемы которых представлены на рис. 1, построить эпюры поперечных сил и эпюры изгибающих моментов.

Из условия прочности по допускаемым нормальным напряжениям определить размер  $t$  поперечного сечения (рис. 2).

Построить эпюру нормальных напряжений по высоте поперечного сечения балки (для самого опасного сечения).

Формы поперечных сечений изображены на рис. 2.

Принять:  $F = nqa$ , коэффициент запаса прочности  $n_T = 2$ .

Данные взять из табл. 2, пределы текучести – в приложениях.

## РГР № 5 «Расчёты на жесткость при плоском изгибе»

Для балок, расчетные схемы которых представлены на рис. 3, построить эпюры поперечных сил и эпюры изгибающих моментов.

Определить прогиб сечения A и угол поворота сечения B, показать форму оси упругой (изогнутой) линии.

Для расчета использовать интегралы Мора. Вычисление интегралов выполнить графо-аналитически (по правилу Верещагина).

Сила  $P = nqa$ , момент  $M = mqa^2$ .

Размер  $a = 0,5$  м, интенсивность погонной нагрузки  $q = 10$  кН/м, жесткость  $EI_z = 2000$  кН×м<sup>2</sup>.

Жесткость поперечного сечения балки  $EI_z = const$ .

-

## РГР № 6 «Расчёты на прочность при косом изгибе стержня»

Для балок, нагруженных силами  $P_1$  и  $P_2$  (рис. 1) требуется:

- построить эпюры изгибающих моментов  $M_y$  и  $M_z$ , определить опасное(ые) сечение(я),
- для опасных сечений изобразить эпюры распределения нормальных напряжений и определить положение нейтральной линии, вычислить наибольшее значение нормального напряжения,
- из условия прочности по допускаемым нормальным напряжениям определить допускаемое значение силы  $F$ .

Считать, что линия действия внешних сил перпендикулярна осевой линии балки.

Форма и размеры поперечного сечения изображены на рис. 2.

Материал - сталь 45 (предел текучести  $\sigma_T = 370$  МПа), коэффициент запаса  $n_T = 1,5$ . Принять:  $P_1 = P$  и  $P_2 = nP$ ,  $a = 1$  м.

Данные взять из табл. 1 и табл. 2.

## РГР № 7 Расчёты на прочность при изгибе с кручением стержня круглого поперечного сечения

На вал силовой зубчатой передачи (рис. 3) насажены два зубчатых колеса, диаметры делительных окружностей которых равны  $D_1$  и  $D_2$ . Окружные составляющие усилий зацепления  $P_1$  и  $P_2$  расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Используя теорию наибольших касательных напряжений, определить диаметр вала  $d$ .

Принять:  $[\sigma] = 100$  МПа. Данные взять из табл. 3.

Итоговая контрольная работа (4 семестр)

Вариант 0

### Задание 1

Соппротивление материалов — ЭТО \_\_\_\_\_

---

---

## Задание 2

Способность твердого тела сопротивляться изменению геометрических размеров и формы (способность сопротивляться деформированию) называется...

1. выносливостью
2. жесткостью
3. устойчивостью
4. прочностью

## Задание 3

Принцип, утверждающий, что результат действия на тело системы сил равен сумме результатов от действия каждой силы отдельно, называется...

1. принципом независимости действия сил
2. принципом Сен-Вена
3. принципом начальных размеров
4. все утверждения верны

## Задание 4

Проекция вектора полного напряжения  $p$  на плоскость сечения называется ...

1. контактным напряжением
2. касательным напряжением
3. нормальным напряжением
4. нормальной силой

## Задание 5

Для стержня, схема которого изображена на рисунке, нормальные напряжения, действующие в сечении 1-1, будут ...

1. растягивающими
2. растягивающими и сжимающими
3. сжимающими
4. равны нулю

### Задание 6

Абсолютно жесткий невесомый элемент (показан двойной линией) закреплен при помощи упругого стержня  $BC$ .

Известны величины: сила  $F$ , длина  $L$ , угол  $\alpha = 30^\circ$ , [с].

Определите продольную силу в поперечном сечении стержня  $BC$ .

Из расчета на прочность по допускаемым напряжениям определите минимально допустимое значение площади поперечного сечения стержня  $BC$  \_\_\_\_\_.

### Задание 7

В сечении 1–1 значение крутящего момента по абсолютной величине равно...

0 /span>

0 /span>

0 /span>

0 /span>

### Задание 8

На стержень круглого поперечного сечения, один конец которого жестко закреплен, действует скручивающий момент  $M$  на свободном конце. Как изменится максимальное касательное напряжение, если диаметр  $D$  стержня уменьшить в 2 раза, а момент  $M$  увеличить в 6 раз?

0 увеличится в 8 раз

0 уменьшится в 12 раз

0 увеличится в 48 раз

0 не изменится

### Задание 9

Характер изменения касательных напряжений вдоль радиуса поперечного сечения стержня при деформации кручение соответствует рисунку...

а)

б)

/span>

/span>

в)

г)

/span>

/span>

### Задание 10

Напряжение в точке **A** поперечного сечения вала равно **60** МПа. Чему равно напряжение в точке **B** ?

0 20 МПа      0 40 МПа      0 60 МПа      0 0

### Задание 11

Величина момента  $M$ , когда угол поворота сечения  $C$  равен « $\varphi$ », определяется из выражения ...

0 /span>      0 /span>

0 /span>      0 /span>

### Задание 12

Во сколько раз осевой момент инерции сечения  $I_x$  (относительно оси  $x$ ) для случая Б больше осевого момента инерции сечения  $I_x$  для случая А ?

1      6      36      216

### Задание 13

/span>

0 /span>

Балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой с интенсивностью  $q$ . 0 /span>

Определить реакции опор, построить эпюру поперечных сил и эпюру изгибающих моментов. 0 /span>

Максимальное значение изгибающего момента (по абсолютной величине) равно \_\_\_\_\_. 0 /span>

### Задание 14

Однопролетная консольная балка прямоугольного сечения нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$ .

Определить реакции опор, построить эпюру поперечных сил и эпюру изгибающих моментов.

Известны величины: допускаемое нормальное напряжение размер  $b$ . Из условия прочности по допускаемым нормальным напряжениям максимально допустимый размер  $L$  равен \_\_\_\_\_.



### Задание 15

При деформации растяжение (сжатие) закон Гука выражается зависимостью ...

/span>

/span>

/span>

/span>

### Задание 16

Условие жесткости при кручении стержня имеет вид ...

0 /span>

0 /span>

0 /span>

### Задание 17

Линия пересечения **нейтрального слоя** с плоскостью поперечного сечения стержня называется \_\_\_\_\_ линией.

0 кривой

0 перекрестной

0 средней

0 нейтральной

### Задание 18

Условие прочности по теории наибольших касательных напряжений имеет вид ...

0 /span> ,

0 /span>

0 /span>

### Задание 19.

Тонкостенная трубка скручивается моментами  $M$ .

Напряженное состояние в точках стенки трубки \_\_\_\_ .

0 линейное (одноосное растяжение)

0 линейное (одноосное сжатие)

0 плоское (чистый сдвиг)

0 объемное

### Задание 20.

Стержень длиной  $l$  прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $h$  нагружен силой  $F$ , лежащей в

плоскости сечения. Значение нормального напряжения в точке *A* (в сечении, расположенном вблизи заделки) равно \_\_\_\_ .

**Задание 21.**

При указанном на рисунке варианте нагружения стержня опасными будут точки ...

**Задание 22.**

Нормальное напряжение, возникающее в поперечном сечении сжатого стержня, при значении нагрузки, вызывающей потерю устойчивости, называется...

☐ предельным

☐ амплитудным

☐ номинальным

☐ критическим

**Задание 23.**

Схема закрепления стержня показана на рисунке. При уменьшении длины стержня два раза, при прочих равных условиях, значение критической силы \_\_\_\_\_.

☐ увеличится в 2 раза

☐ уменьшится в 2 раза

При решении задачи учитывать, что напряжения в сжатом стержне не превышают предела пропорциональности.

☐ увеличится в 4 раза

☐ уменьшится в 4 раза

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для проведения **зачета** по дисциплине «**Механика**»

3 семестр

5. Основные понятия статики. Аксиомы статики.
6. Проекция вектора силы на ось.
7. Момент силы относительно точки. Примеры.
8. Основные типы связей и реакции связей.
9. Система сходящихся сил. Геометрический и аналитический способы определения равнодействующей системы сходящихся сил.
10. Теорема Вариньона.
11. Условия равновесия системы сходящихся сил.
12. Пара сил. Момент пары сил. Примеры.
13. Свойства пары сил. Равновесие системы пар сил.

14. Лемма о параллельном переносе силы. Пример.
15. Произвольная плоская система сил. Условия равновесия произвольной плоской системы сил.
16. Момент силы относительно оси. Примеры.
17. Основная теорема статики. Главный вектор и главный момент данной системы сил.
18. Пространственная система сил. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
19. Система параллельных сил. Распределенная сила.
20. Понятие о центре тяжести. Способы определения центра тяжести тел.
21. Трение скольжения. Трение качения. Равновесие тел при наличии сил трения.
22. Кинематика точки. Основные понятия. Скорость, ускорение точки.
23. Способы задания движения точки: векторный, координатный и естественный.
24. Простейшие движения твердого тела: поступательное движение; вращательное движение вокруг неподвижной оси.
25. Вращательное движение твердого тела: векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Скорость, касательное и нормальное ускорения точки.
26. Предмет динамики. Законы Галилея-Ньютона.
27. Основные задачи динамики материальной точки (МТ).
28. Дифференциальные уравнения движения МТ.
29. Основные динамические величины (количество движения МТ, кинетическая энергия МТ, импульс силы, элементарная работа силы, мощность и др.).

Вопросы для проведения **Экзамена** по дисциплине «**Механика**»  
4 семестр

30. Основные понятия курса «Сопротивление материалов»: прочность, жёсткость, устойчивость. Реальный объект и расчетная схема. Схематизация по форме изучаемых объектов.
31. Основные гипотезы о свойствах материала.
32. Схематизация внешних нагрузок.
33. Метод сечений. Внутренние силы и внутренние силовые факторы (ВСФ).
34. Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное и касательное. Связь внутренних силовых факторов с напряжениями.
35. Перемещения и деформации (линейные, угловые).
36. Принципы курса «Сопротивление материалов».
37. Растяжение и сжатие прямого стержня. Гипотеза плоских сечений. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении стержня при растяжении и сжатии.
38. Исследование напряжений в сечениях, наклонных к оси стержня (напряжения в

наклонных площадках) при растяжении и сжатии прямого стержня.

39. Закон Гука. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона.
40. Механические испытания материалов на растяжение. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов.
41. Условная и истинная диаграммы напряжений.
42. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии. Работа, затраченная на разрыв образца.
43. Механические характеристики материалов.
44. Механические испытания материалов на сжатие. Диаграммы сжатия различных материалов
45. Методы расчета строительных конструкций. Метод допускаемых напряжений. Коэффициент запаса.
46. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии (типы задач).
47. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига.
48. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Гипотезы. Вывод формулы для определения касательного напряжения.
49. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления круга.
50. Определение взаимного угла поворота сечений. Относительный угол закручивания.
51. Расчеты валов на прочность и жесткость при кручении (типы задач).
52. Статические моменты площади. Осевые и центробежные моменты инерции.
53. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей координат.
54. Осевые моменты инерции простейших фигур (прямоугольник, треугольник, круг).
55. Плоский изгиб стержня. Внутренние силовые факторы. Правило знаков. Дифференциальные зависимости между ВСФ и интенсивностью внешней распределенной нагрузки.
56. Чистый изгиб. Основные гипотезы. Вывод формулы для определения нормального напряжения при чистом изгибе.
57. Условия прочности при плоском поперечном изгибе. Расчеты на прочность при плоском изгибе (типы задач).
58. Рациональные формы поперечных сечений балок: двутавр, швеллер и др. Балка равного сопротивления изгибу.
59. Линейные и угловые перемещения при плоском поперечном изгибе балки. Дифференциальное уравнение упругой линии балки, интегрирование ДУ.
60. Расчеты на жесткость при плоском поперечном изгибе.
61. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении стержня. Расчёты на

прочность.

62. Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжения. Главные площадки и главные напряжения. Классификация напряженных состояний.
63. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Главные оси и главные деформации.
64. Обобщённый закон Гука для изотропного тела. Потенциальная энергия деформации.
65. Прочность при сложном напряженном состоянии. Теории (критерии) прочности.
66. Изгиб с кручением стержня круглого поперечного сечения. Опасное сечение, определение напряжений, опасные точки. Расчёты на прочность.
67. Устойчивость упругих систем. Понятие потери устойчивости. Критическая сила. Устойчивость центрально сжатых стержней. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления концов стержня.
68. Критическое напряжение. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости стержня при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Тетмайера-Ясинского.
69. Действие ударной нагрузки. Энергетический метод расчета. Динамический коэффициент.
70. Прочность при циклическом нагружении. Характеристики стационарного цикла.
71. Механизм усталостного разрушения. Кривая усталости и предел выносливости.
72. Влияние концентрации напряжений, размеров деталей и качества обработки поверхностей на предел выносливости. Коэффициенты запаса выносливости.