

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика»

Направление подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

**Профиль подготовки – «Технология художественной обработки материалов»
(для иностранных обучающихся)**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена профессором кафедры инженерного проектирования технологического оборудования, доц. к.ф.-м.н. **Лясниковой Н.Н.**

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерного проектирования технологического оборудования РХТУ им. Д.И. Менделеева «15» мая 2021 г., протокол №5

1. Цели и задачи дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки **29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **механики** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1-го семестра.

Дисциплина **«Механика»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики и физики.

Цель дисциплины – обучение студентов терминологии, устройству, назначению и основам расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов оборудования.

Задача дисциплины сводится к систематическому изучению методов расчета элементов оборудования на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.

Дисциплина **«Механика»** преподается в 4-ем семестре. Контроль успеваемости студентов ведется согласно принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ОПК-1. Способен решать вопросы профессиональной деятельности на основе естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	ОПК-1.1 Знает основные понятия естественнонаучных и общеинженерных дисциплин.
	ОПК-3. Способен проводить измерения параметров структуры, свойств художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологических процессов их изготовления.	ОПК-3.2. Умеет анализировать, сопоставлять и описывать полученные результаты
	ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3. Владеет методами анализа и обобщения результатов расчетов

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;

- основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов;

уметь:

- проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;
- рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;
- производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин.

владеть:

- навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;
- навыками выбора материалов по критериям прочности;
- расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64
Лекции (Л)	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32
Самостоятельная работа (СР):	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4
Расчетно-графические работы	0,42	15
Подготовка к контрольным работам	0,25	9
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,54	19,6
Вид итогового контроля: зачет /экзамен	Зачет с оценкой	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	48
Лекции (Л)	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	24
Самостоятельная работа (СР):	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,3
Расчетно-графические работы	0,42	11,25
Подготовка к контрольным работам	0,25	6,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,54	14,7
Вид итогового контроля: зачет /экзамен	Зачет с оценкой	

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы академические			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
	Введение	2	1		1
1	Определение реакций опор. Растяжение-сжатие	22	4	8	10
1.1.	Определение реакций опор	11	2	4	5
1.2.	Растяжение-сжатие	11	2	4	5
2	Кручение. Изгиб	26	8	8	10
2.1	Кручение	12	4	4	4
2.2	Изгиб	14	4	4	6
3	Сложное напряженное состояние	24	6	8	10
3.1	Сложное напряженное состояние	5	2	1	2
3.2.	Тонкостенные сосуды	13	2	5	6
3.3.	Расчет сжатых стержней на устойчивость	6	2	2	2
4	Детали машин	34	13	8	13
4.1	Соединение деталей машин	17	6	4	7
4.2	Валы и оси, их опоры и соединения	9	4	2	3
4.3	Механические передачи	8	3	2	3
	Всего часов	108	32	32	44

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Цели и задачи дисциплины. Краткие исторические сведения.

1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие.

1.1. Определение реакций опор.

Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Основные понятия. Аксиомы статики.

Уравнения равновесия. Связи и их реакции.

1.2. Растяжение-сжатие.

Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Метод сечений. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений. Статически определимые и статически неопределимые задачи. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и их характеристики. Допускаемые напряжения. Условие прочности при растяжении (сжатии).

2. Кручение. Изгиб.

2.1. Кручение.

Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Напряжения в стержнях круглого сечения. Условие прочности при кручении.

2.2. Изгиб.

Геометрические характеристики плоских сечений. Понятие чистого и поперечного изгибов. Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Определение нормальных напряжений. Условие прочности при изгибе. Определение касательных напряжений. Рациональные формы сечений.

3. Сложное напряженное состояние.

3.1. Сложное напряженное состояние.

Основы теории напряженного состояния и гипотезы прочности. Понятие напряженного состояния. Главные площадки и главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Назначение гипотез прочности. Понятие эквивалентных напряжений и критериев прочности.

3.2. Тонкостенные сосуды.

Тонкостенные сосуды. Определение напряжений по безмоментной теории. Основные допущения. Вывод уравнения Лапласа. Расчет тонкостенных оболочек по уравнению Лапласа и по стандартизированной методике. Условие прочности.

3.3. Расчет сжатых стержней на устойчивость.

Устойчивость элементов конструкций. Понятие критической силы и коэффициента запаса прочности. Расчет критической силы по Эйлеру. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический способ расчета на устойчивость.

4. Детали машин.

4.1. Соединение деталей машин.

Классификация деталей машин и аппаратов. Резьбовые соединения. Расчет болтовых соединений при поперечных и продольных нагрузках. Шпоночные соединения. Назначение и виды шпонок. Расчет шпонок на срез и смятие. Виды сварки. Область применения. Виды сварных швов. Расчет на прочность стыковых и нахлесточных швов.

4.2. Валы и оси, их опоры и соединения.

Валы, их классификация и назначение. Оси. Проектировочные расчеты валов и осей. Подшипники скольжения. Материалы вкладышей. Подшипники качения. Принципиальное устройство и основные геометрические размеры. Достоинства, недостатки и области применения подшипников качения и скольжения. Приводные муфты. Назначение. Классификация муфт по принципу действия и характеру работы. Порядок подбора муфт и основы прочностного расчета.

4.3. Механические передачи.

Зубчатые передачи. Окружное и радиальное усилия. Редукторы. Определение и классификация. Примеры схем редукторов.

5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Разделы			
		1	2	3	4
	знать:				
1	основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин	+	+	+	+
2	основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов	+	+	+	+
	уметь:				
3	проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов	+	+	+	
4	рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным				+
5	производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин				+
	владеть:				
6	навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами	+	+	+	+
7	навыками выбора материалов по критериям прочности	+	+	+	+
8	расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами				+

	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
9	ОПК-1. Способен решать вопросы профессиональной деятельности на основе естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	ОПК-1.1 Знает основные понятия естественно-научных и общинженерных дисциплин.	+	+	+	+
10	ОПК-3. Способен проводить измерения параметров структуры, свойств художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологических процессов их изготовления.	ОПК-3.2. Умеет анализировать, сопоставлять и описывать полученные результаты	+	+	+	+
11	ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3. Владеет методами анализа и обобщения результатов расчетов	+	+	+	+

6. Практические и лабораторные занятия

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Примерные темы практических занятий	Часы
1 – 2	1.1	Определение реакций опор	4
3	1.2	Растяжение-сжатие. Статически определяемые задачи	2
4	1.2	Растяжение-сжатие. Статически неопределимые задачи	2
5	2.1	Кручение	2
6 – 7	2.2	Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	4
8	2.2	Изгиб. Прочностные расчеты	2
9 – 11	3.2	Тонкостенные сосуды	6
12	3.3	Расчет сжатых стержней на устойчивость	2
13 – 14	4.1	Расчет болтовых соединений	4
15	4.1	Расчет на прочность сварных швов. Шпоночные соединения	2
16	4.1	Редукторы	2

6.2 Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

7. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовку к выполнению контрольных работ;
- подготовку к сдаче *зачета* по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

8.1. Примерная тематика расчетно-графических работ

Для текущего контроля предусмотрено 4 расчетно-графических работы. Максимальная оценка за РГР 28 баллов.

1. РГР № 1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие (максимальная оценка 7 баллов)
2. РГР № 2. Кручение. Изгиб (максимальная оценка 7 баллов)
3. РГР № 3. Тонкостенные сосуды (максимальная оценка 7 баллов)
4. РГР № 4. Расчет болтового соединения (максимальная оценка 7 баллов)

Освоение дисциплины заключается в выполнении расчетно-графических работ по основным темам.

Условия расчетно-графических работ:

Расчетно-графическая работа № 1

Тема «Определение реакций опор». По данной теме выполняется две задачи: рама закреплена с помощью подвижного и неподвижного шарниров; рама закреплена с помощью заделки (максимальная оценка 4 балла).

Для заданной рамы требуется определить реакции в опорах из условий равновесия и проверить найденные реакции. Вид рам и нагрузки, а также исходные данные для расчетов отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально.

Тема «Растяжение-сжатие». По данной теме выполняется две задачи: статически определимый брус; статически неопределимый брус (максимальная оценка 3 балла).

Общая расчетная схема представлена ступенчатым брусом, закрепленным с обоих концов и нагруженным двумя продольными силами **P1** и **P2**. при этом задано взаимное соотношение между площадями A_i отдельных участков бруса и между силами **P1** и **P2**.

Статически определимая задача.

В общей расчетной схеме сохраняется левая опора и отбрасывается правая. Задача становится статически определимой.

Для заданного бруса требуется:

- 1) Построить эпюры продольных сил N_z и нормальных напряжений σ_z , как функций искомых параметров (**A** или **P**);
- 2) Из условия прочности определить искомый параметр:
 - а) вариант **A** – площадь A (составляющую поперечных сечений участков бруса);
 - б) вариант **B** – силу P (составляющую сил P_1 и P_2);
- 3) Для найденного искомого параметра (**A** или **P**) вычислить числовые значения продольных сил N_z , нормальных напряжений σ_z ;
- 4) Построить эпюру перемещений поперечных сечений бруса ΔL_z .

Статически неопределимая задача.

Расчетной схемой второй задачи является заданная общая расчетная схема бруса, закрепленного с обоих концов.

Для заданного варианта бруса требуется:

- 1) Раскрыть статическую неопределимость системы;
- 2) Построить эпюры продольных сил N_z и нормальных напряжений σ_z , перемещений поперечных сечений бруса ΔL_z ;
- 3) Определить коэффициент запаса прочности.

Указание. Значения площади **A** и силы **P** взять из первой задачи.

Варианты расчетных схем выдаются студентам индивидуально.

Общие данные для расчета:

допускаемое напряжение $[\sigma] = 120$ МПа;

модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^5$ МПа;

предел текучести $[\sigma]_T = 240$ МПа.

Исходные данные для группы представлены в таблице.

№ группы	Вариант данных	A [см ²]	P [кН]	L [м]	Иск. парам.
10	A	–	60	0.8	A
	B	10	–	0.8	P
11	A	–	100	1.2	A
	B	14	–	1.2	P
12	A	–	80	1.0	A
	B	6	–	1.0	P
13	A	–	120	1.4	A
	B	18	–	1.4	P
14	A	–	50	0.8	A
	B	16	–	0.8	P
15	A	–	160	1.2	A
	B	8	–	1.2	P
16	A	–	140	1.0	A
	B	12	–	1.0	P
17	A	–	40	1.4	A
	B	14	–	1.4	P

Расчетно-графическая работа № 2

Тема «Кручение» (максимальная оценка 2 балла).

Прямолинейный ступенчатый брус круглого поперечного сечения нагружен крутящей нагрузкой. Вид бруса и нагрузки отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально. Исходные данные для расчетов представлены в таблице.

Задание. Для заданного варианта требуется:

- 1) построить эпюры крутящих моментов M_z , максимальных касательных напряжений τ_{\max} и углов закручивания φ как функций искомых параметров (**D** или **M**);

2) определить искомые параметры (вариант А – диаметр D, вариант Б – момент M), обеспечив выполнение двух условий:

- а) условия прочности $\tau_{\max} \leq [\tau]$;
 б) условия жесткости $\varphi_{\max} \leq [\varphi]$;

3) для заданных параметров вычислить значения M_z , τ_{\max} , φ в узловых точках эпюр.

Исходные данные для группы представлены в таблице.

№№ группы	Вариант дан.	M, кН·м	D, мм	L, м	$G \cdot 10^{-5}$, МПа	$[\tau]$, МПа	$[\varphi] 10^2$, рад.	Иском. Параметр
10	А	10	80	1,2	0,27	60	2	D = ?
	Б							M = ?
11	А	15	60	1,2	0,36	50	1,5	D = ?
	Б							M = ?
12	А	20	50	0,8	0,8	80	1,2	D = ?
	Б							M = ?
13	А	12	64	1,5	0,27	50	1,6	D = ?
	Б							M = ?
14	А	18	72	0,9	0,36	60	2,4	D = ?
	Б							M = ?
15	А	16	56	1,2	0,8	80	0,9	D = ?
	Б							M = ?
16	А	25	90	0,75	0,27	60	1,8	D = ?
	Б							M = ?
17	А	12	82	1,6	0,36	80	1,2	D = ?
	Б							M = ?

Тема «Изгиб»

Задача № 1. Прямолинейная балка постоянного сечения с моментом сопротивления W_x закреплена одним концом в заземляющем опорном устройстве (заделка) и нагружена изгибающей нагрузкой. Вид балки и нагрузка отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально (максимальная оценка 2 балла).

Задание. Для заданного варианта балки требуется:

- 1) построить эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x ;
- 2) определить положение опасного сечения;
- 3) из условия прочности определить несущую способность конструкции (вычислить значения q , P , M).

При расчетах допускаемое напряжение принять равным $[\sigma] = 150$ МПа.

Исходные данные для расчета представлены по группам в таблице.

№№ группы	W_x , см ³	L, м
10	100	1,2
11	160	1,8
12	130	1,4
13	180	1,6
14	80	1,1
15	120	1,5
16	140	1,3
17	150	0,8

Задача № 2. Прямолинейная балка постоянного сечения закреплена на двух шарнирных опорах и нагружена изгибающей нагрузкой. Вид балки и нагрузка отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально (максимальная оценка 3 балла).

Задание. Для заданного варианта балки требуется:

- 1) определить опорные реакции;
- 2) построить эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x ;

- 3) определить из условия прочности размеры поперечного сечения балки в форме круга, прямоугольника ($h = 2b$);
- 4) выбрать оптимальное из трех названных сечений;
- 5) проверить прочность трех расчетных сечений по касательным напряжениям.

Исходные данные для расчета представлены по группам в таблице.

№№ группы	q , кН/м	L , м	σ_T , МПа	Запас прочности n	$[\tau]$, МПа
10	18	0,8	230	1,3	70
11	8	1,2	230	1,4	80
12	12	1,6	240	1,5	90
13	6	1,8	240	1,6	70
14	10	1,4	250	1,4	80
15	16	1,5	250	1,3	90
16	15	1,2	260	1,6	80
17	14	0,8	260	1,5	90

Расчетно-графическая работа № 3

Тема «Тонкостенные сосуды» (максимальная оценка 7 баллов).

Для заданных расчетных схем и числовых данных построить эпюры окружных (σ_t) и меридиональных (σ_m) напряжений. По III гипотезе прочности определить толщину стенки сосуда δ (или давление газа P_r). Вычислить значения напряжений. Задания выдаются студентам индивидуально.

Расчетно-графическая работа № 4

Тема «Расчет болтового соединения» (максимальная оценка 7 баллов).

Схемы болтовых соединений и нагрузки отображены в расчетных схемах, представляемых студентам индивидуально.

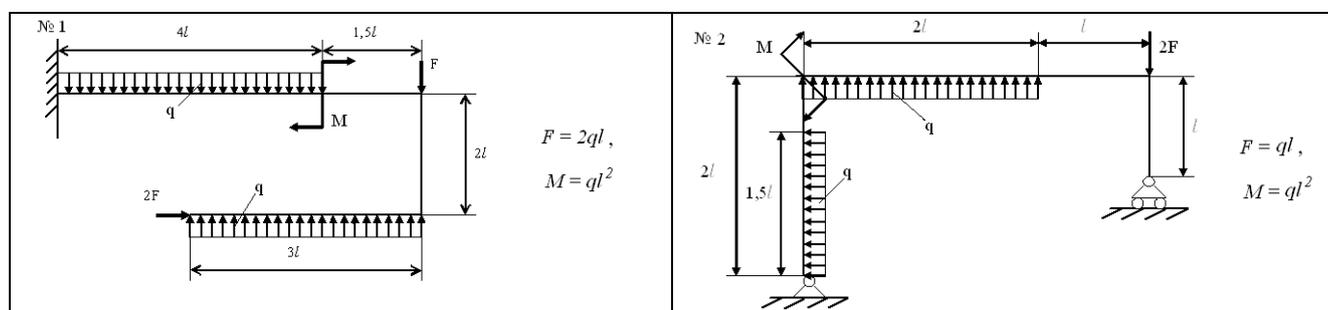
Для заданных расчетных схем и числовых данных определить опасный болт и рассчитать его диаметр из условия постановки болта без зазора.

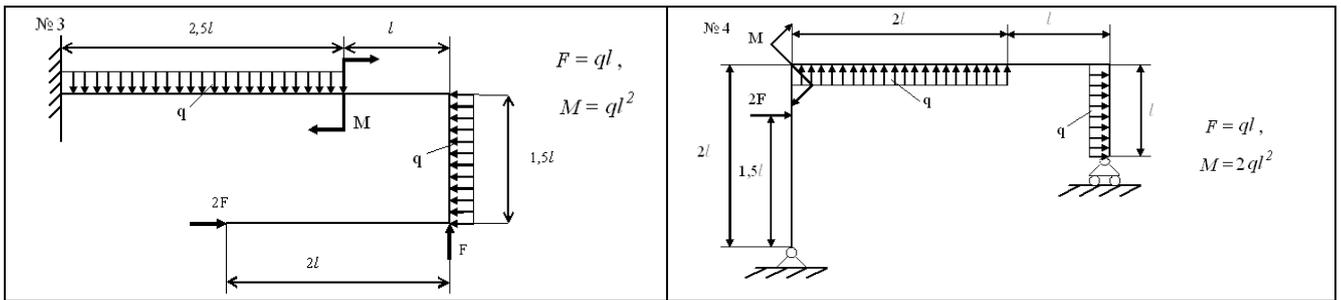
8.2. Примеры контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 32 баллов и составляет по 8 баллов за каждую.

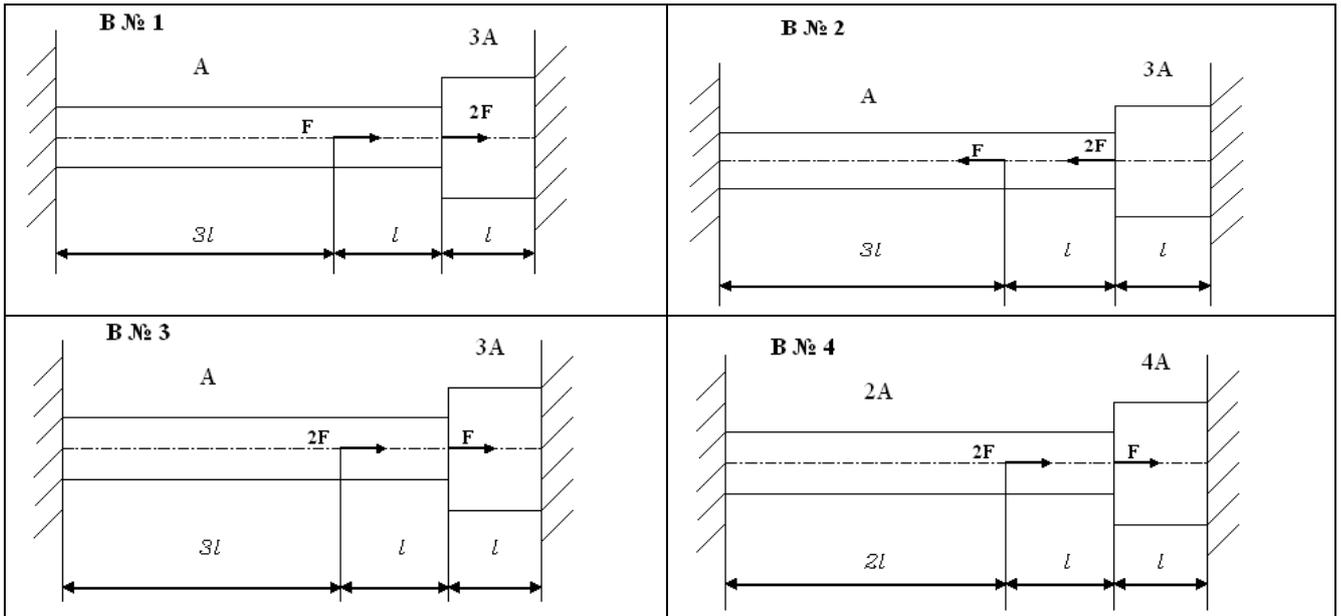
1 Примеры задач к контрольной работе №1 «Определение реакций опор. Растяжение-сжатие». Содержит 2 задачи.

Задача 1 Определение реакций опор (максимальная оценка 4 балла)

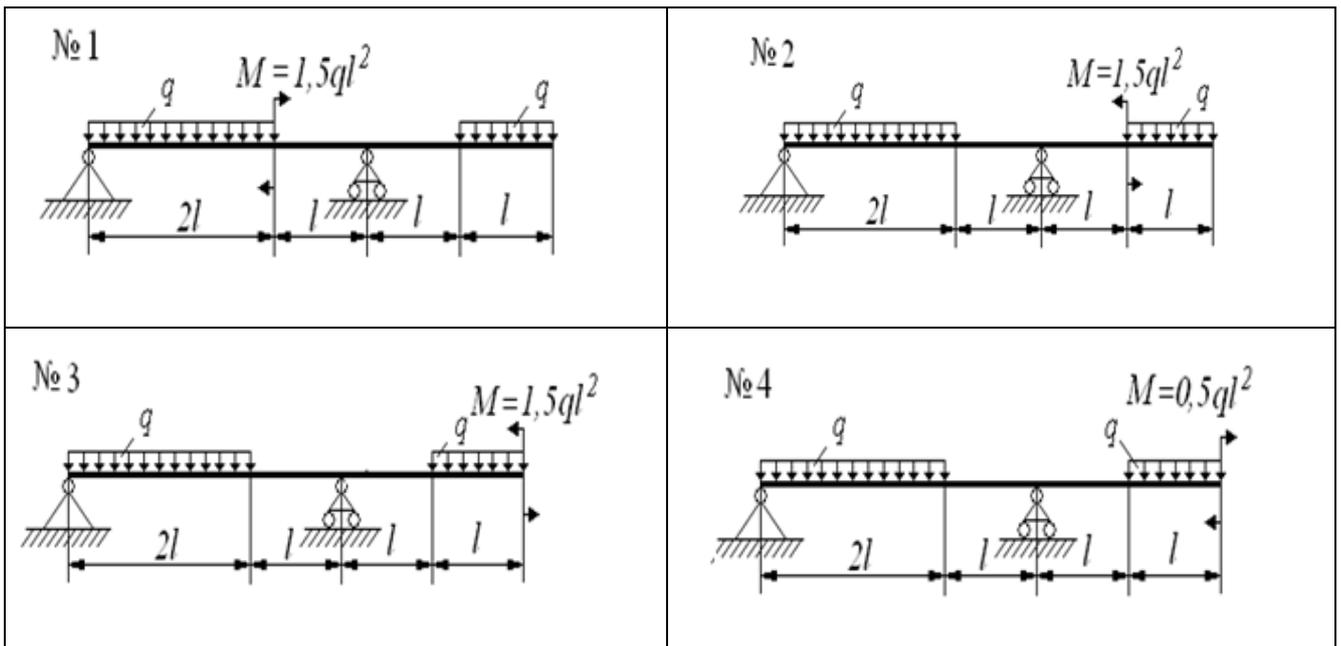




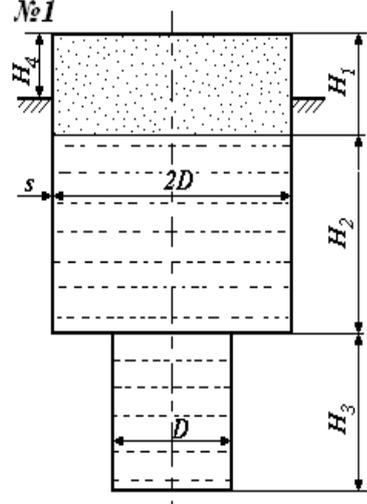
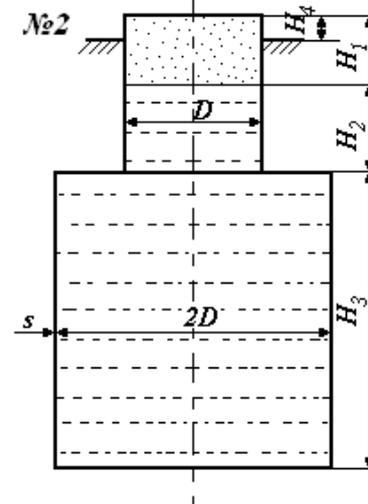
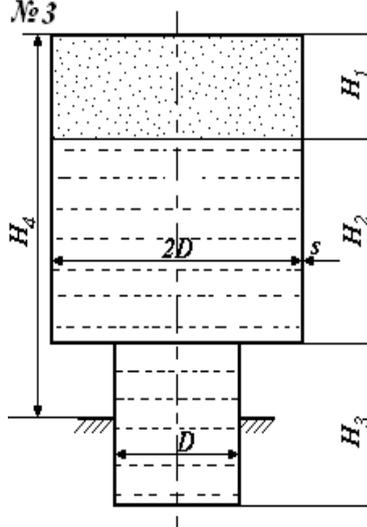
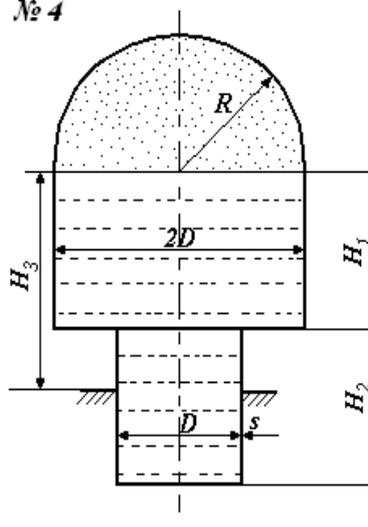
Задача 2 Растяжение-сжатие (максимальная оценка 4 балла)



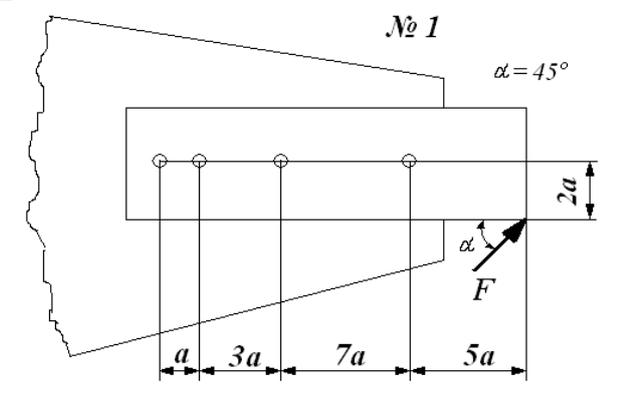
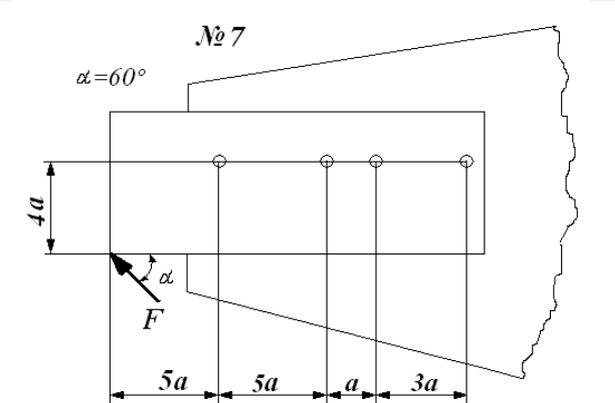
2 Примеры задач к контрольной работе №2 «Кручение. Изгиб». Содержит 1 задачу по теме «Изгиб» (максимальная оценка 8 баллов)

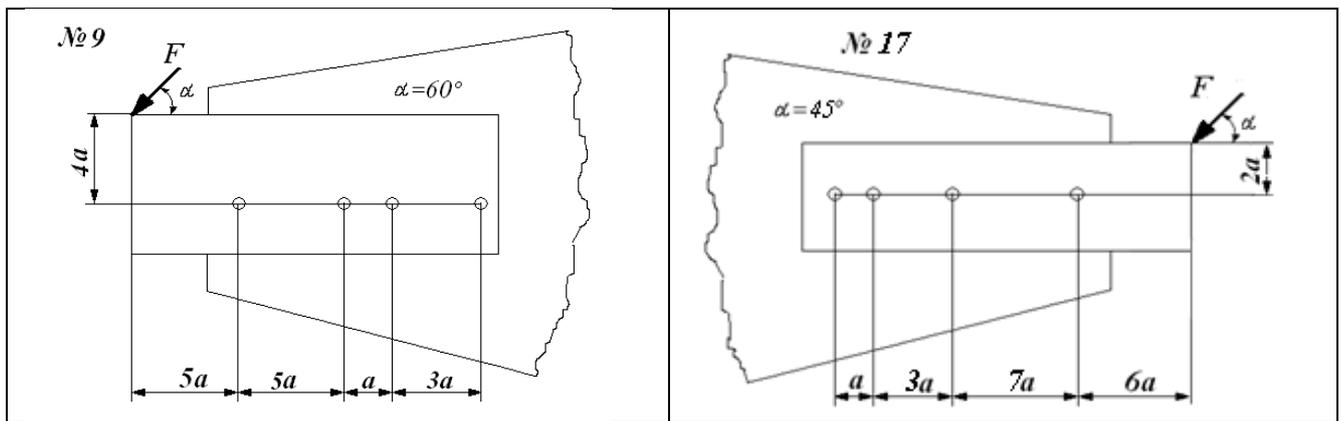


3 Примеры задач к контрольной работе №3 «Тонкостенные сосуды». Содержит 1 задачу по теме «Тонкостенные сосуды» (максимальная оценка 8 баллов)

<p>№1</p>  <p> $H_1 = 2 \text{ м},$ $H_2 = 4 \text{ м},$ $H_3 = 4 \text{ м},$ $H_4 = 1 \text{ м},$ $s = 6 \text{ мм},$ $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $D = 2 \text{ м},$ $[\sigma] = 100 \text{ МПа},$ $P_2 = ?$ </p>	<p>№2</p>  <p> $H_1 = 2 \text{ м},$ $H_2 = 5 \text{ м},$ $H_3 = 6 \text{ м},$ $H_4 = 1 \text{ м},$ $P_2 = 0,1 \text{ МПа},$ $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $s = 5 \text{ мм},$ $[\sigma] = 100 \text{ МПа},$ $D = ?$ </p>
<p>№3</p>  <p> $H_1 = 2 \text{ м},$ $H_2 = 4 \text{ м},$ $H_3 = 4 \text{ м},$ $H_4 = 8 \text{ м},$ $D = 2 \text{ м},$ $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $P_2 = 0,1 \text{ МПа},$ $[\sigma] = 100 \text{ МПа},$ $s = ?$ </p>	<p>№4</p>  <p> $H_1 = 4 \text{ м},$ $H_2 = 4 \text{ м},$ $H_3 = 6 \text{ м},$ $R = D/2$ $s = 8 \text{ мм},$ $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $D = 2 \text{ м},$ $[\sigma] = 100 \text{ МПа},$ $P_2 = ?$ </p>

4 Примеры задач к контрольной работе №4 «Расчет болтового соединения». Содержит 1 задачу по теме «Расчет болтового соединения» (максимальная оценка 8 баллов)

<p>№1</p>  <p> $\alpha = 45^\circ$ $2a$ a $3a$ $7a$ $5a$ F α </p>	<p>№7</p>  <p> $\alpha = 60^\circ$ $4a$ $5a$ $5a$ a $3a$ F α </p>
---	--



8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (4 семестр – зачет с оценкой)

1. Статика твердого тела. Основные понятия. Сила. Момент силы относительно точки и относительно оси. Параллельный перенос сил (без вывода).
2. Аксиомы статики. Связи и их реакции.
3. Условия равновесия плоской системы сил.
4. Основные допущения и принципы, принятые в курсе «Сопротивление материалов».
5. Внешние и внутренние силовые факторы. Метод сечений.
6. Растяжение-сжатие прямого бруса. Внутренние силы и напряжения. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
7. Статически неопределимые задачи на растяжение. Понятие о запасе прочности и допуске напряжении. Раскрытие статической неопределимости.
8. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали и ее характерные точки. Условная и истинная диаграмма растяжения. Характеристики прочности и пластичности материалов при растяжении-сжатии.
9. Геометрические характеристики сечений. Центр тяжести плоской фигуры. Статический момент, моменты инерций сечений.
10. Расчет моментов инерций простейших сечений.
11. Сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Связь между тремя упругими константами E , G и μ .
12. Практические расчеты на сдвиг (срез).
13. Кручение бруса круглого сечения. Определение напряжений и угла закручивания (вывод формул). Условия прочности и жесткости.
14. Изгиб. Внутренние силовые факторы. Связь между распределенной нагрузкой q , поперечной силой Q_y и изгибающим моментом M_x при изгибе.
15. Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
16. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Вывод формулы для расчета нормальных напряжений. Условие прочности.
17. Касательные напряжения. Формула Журавского (без вывода).
18. Рациональные формы сечений.
19. Основы теории напряженного состояния. Понятия главных площадок и главных напряжений.
20. Определение главных напряжений в плоском напряженном состоянии.
21. Обобщенный закон Гука. Удельная потенциальная энергия.
22. Понятие эквивалентного напряжения. Гипотезы прочности. Критерии прочности.
23. Условия прочности при сочетании изгиба с кручением.
24. Условия прочности при сочетании кручения с растяжением (сжатием).
25. Тонкостенные сосуды химических производств. Определение напряжений по безмоментной теории. Основные допущения.

26. Формула Лапласа (вывод). Условие прочности.
27. Понятие об устойчивости стержней. Формула Эйлера для определения критической силы (вывод).
28. Критическое напряжение. Пределы применимости формулы Эйлера.
29. Практический способ расчета сжатых стержней. Коэффициент снижения допускаемого напряжения.
30. Прочность при переменных нагрузках. Виды и характеристики циклов напряжений.
31. Кривая усталости Велера. Предел выносливости.
32. Факторы, влияющие на предел выносливости.
33. Коэффициент запаса усталостной прочности.
34. Валы и их классификация. Оси.
35. Расчет на статическую прочность валов и осей.
36. Расчет на усталостную прочность валов.
37. Опоры валов и осей. Подшипники скольжения. Достоинства и недостатки. Материалы вкладышей. Критерии расчета по $[p]$ и $[pv]$.
38. Подшипники качения. Достоинства и недостатки. Типы подшипников (по воспринимаемым нагрузкам). Подбор подшипников по статической и динамической грузоподъемности.
39. Резьбовые соединения. Достоинства и недостатки.
40. Расчет на прочность болтовых соединений при воздействии поперечных нагрузок (болты уставлены с зазором и без).
41. Расчет на прочность болтовых соединений при воздействии продольных нагрузок (болты уставлены с зазором).
42. Расчет группы болтов при воздействии поперечных нагрузок.
43. Шпоночные соединения. Достоинства и недостатки. Оценка прочности призматических шпонок.
44. Сварка. Достоинства и недостатки. Схемы сварных соединений. Виды сварных швов.
45. Расчет на прочность стыковых соединений и соединений внахлестку.
46. Приводные муфты. Назначение. Классификация муфт. Критерий подбора муфт.
47. Виды несоосности валов и их компенсация.
48. Схемы некоторых муфт. Их достоинства и недостатки.
49. Механические передачи. Назначение и классификация.
50. Зубчатые передачи. Основные параметры. Передаточное отношение. Достоинства и недостатки.
51. Силы взаимодействия в зубчатых передачах.
52. Редукторы. Назначение. Классификация. Параметры и важнейшие характеристики.
53. Примеры схем редукторов.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (4 семестр)

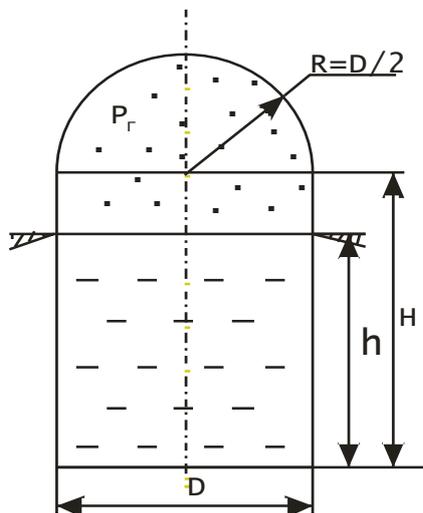
Зачет с оценкой по дисциплине включает контрольные вопросы и задачи по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 3 вопросов. Ответы на вопросы *зачета с оценкой* оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 15 баллов, третий – 15 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p align="center">«Утверждаю» Заведующий кафедрой ИПТО (Должность, название кафедры) _____ В.М. Аристов (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра инженерного проектирования технологического оборудования Учебная дисциплина – «Механика»</p>
<p>29.03.04 Технология художественной обработки материалов</p>	

Билет № 1

1. Понятие об устойчивости стержней. Формула Эйлера для определения критической силы (вывод). Критическое напряжение. Пределы применимости формулы Эйлера.
2. Цилиндрический сосуд, закрытый сверху сферической крышкой, заполнен жидкостью с плотностью $\rho=1500 \text{ кг/м}^3$, давление газа $P_r=0,2 \text{ МПа}$, $R = 1 \text{ м}$, $D = 2 \text{ м}$, $H = 8 \text{ м}$, $h = 6 \text{ м}$, $\sigma_T = 200 \text{ МПа}$. Определить толщину стенки сосуда при запасе прочности $n = 2$ и построить эпюры σ_m и σ_t .



3. Определить требуемую длину L фланговых швов для приварки полосы к фасонному листу (косынке). Допускаемое напряжение на срез для швов $[\tau]_{св} = 90 \text{ МПа}$, $M = 12 \text{ кН м}$, $a = 6 \text{ мм}$, $b = 150 \text{ мм}$.

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Поляков А.А. Механика химических производств. Учебное пособие для вузов. М.: Альянс, 2012. 392 с.

Б. Дополнительная литература

1. Степин, П. А. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Степин. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1038-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168383> (дата обращения: 11.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гулиа, Н. В. Детали машин : учебник / Н. В. Гулиа, В. Г. Клоков, С. А. Юрков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1091-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168502> (дата обращения: 11.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Технология машиностроения», ISSN 1562-3221
2. Журнал «Вестник машиностроения», ISSN 0042-4633

10. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 716 243 экз. на 01.01.2021.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий; учебная аудитория для проведения лабораторных занятий,

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по расчетам и конструированию элементов технологического оборудования.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJIDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

12. Требования к оценке качества освоения программы

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов; - основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов аналитическими методами сопротивления материалов; - навыками выбора материалов по критериям прочности. 	Оценка за РГР №1. Оценка за контрольную работу №1. Оценка на зачете.
2. Кручение. Изгиб	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов; - основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов аналитическими методами сопротивления материалов; - навыками выбора материалов по критериям прочности. 	Оценка за РГР №2. Оценка за контрольную работу №2. Оценка на зачете.
3. Сложное напряженное состояние	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов; - основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов аналитическими методами сопротивления материалов; - навыками выбора материалов по критериям прочности. 	Оценка за РГР №3. Оценка за контрольную работу №3. Оценка на зачете.
4. Детали машин	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения и методы решения 	Оценка за РГР №4. Оценка за

	<p>задач сопротивления материалов; - основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов. <i>Умеет:</i> - рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным; - производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин. <i>Владеет:</i> - навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами; - навыками выбора материалов по критериям прочности; - расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.</p>	<p>контрольную работу №4. Оценка на зачете.</p>
--	--	---

13. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Механика»
основных образовательных программ по направлению подготовки
29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»
код и наименование направления подготовки
Форма обучения: _ очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.