

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 14 » апреля 2021 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.13 «Механика деформируемого твердого тела»

(код и наименование дисциплины (модуля))

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

«Химическое машино- и аппаратостроение»

(наименование профиля/специализации)

магистр

квалификация

очная

(форма обучения)

Составитель ФОС:
доцент каф. МАХП
(должность)

(подпись)

И.А. Сабанаев
(И.О. Фамилия)

ФОС рассмотрен и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол № 7 от «10» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой

(подпись)

И.А. Сабанаев
(И.О. Фамилия)

Эксперт:

Руководитель ООП, Мадышев И.Н. доцент каф. МАХП НХТИ
Ф.И.О., должность, организация,

(подпись)

Перечень компетенций с указанием уровней их формирования

ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;
ОПК-5.1	Знает теоретические основы аналитических и численных методов решения задач математического моделирования машин и технологических процессов.
ОПК-5.2	Умеет разрабатывать аналитические и численные методы решения задач математического моделирования машин и технологических процессов.
ОПК-5.3	Владеет навыками и приемами разработки аналитических и численных методов решения задач математического моделирования машин и технологических процессов.
ОПК-9	Способен разрабатывать новое технологическое оборудование;
ОПК-9.1	Знает теоретические основы методов расчета и проектирования нового технологического оборудования.
ОПК-9.2	Умеет рассчитывать и проектировать отдельные узлы и целые агрегаты нового технологического оборудования.
ОПК-9.3	Владеет методами расчета и проектирования, а также навыками разработки нового технологического оборудования.

Индекс компетенции	Этапы формирования компетенции (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект	
ОПК-5.1	Тема 1, Тема-2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема-2, Тема 3,	-	Тестирование, Собеседование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-5.2	Тема 1, Тема-2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема-2, Тема 3,	-	Тестирование, Собеседование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-5.3	Тема 1, Тема-2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема-2, Тема 3,	-	Тестирование, Собеседование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-9.1	Тема 1, Тема-2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема-2, Тема 3,	-	Тестирование, Собеседование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-9.2	Тема 1, Тема-2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема-2, Тема 3,	-	Тестирование, Собеседование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-9.3	Тема 1, Тема-2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 4, Тема 5, Тема 6	Тема 1, Тема-2, Тема 3,	-	Тестирование, Собеседование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, экзамен

Перечень оценочных средств для оценки (промежуточный контроль I семестр)

Оценочное средство	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. Оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
Лекция (конспект)	6	2		12	12
практическ. Занятие (посещение)	3	2		6	6
Лабораторн. занятия	3	2		6	6
реферат	2	2	6	4	12
расчетно-графическая работа	1	2	6	2	6
тест	1	2	6	2	6
контрольная работа	1	2	6	2	6
собеседование	1	2	6	2	6
экзамен				24	40
Всего				60	100

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен
5	87 - 100	Отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

Краткая характеристика оценочных средства

№ n/n	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения	Темы рефератов
8	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
9	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Учебным планом по направлению подготовки магистров: 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/программа: «Химическое машино- и аппаратостроение»

(наименование)

для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

Лабораторная работа №1.

Механика разрушения и модели пластичности твердого тела.

(тема лабораторной работы)

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

Лабораторная работа №2.

Метод конечных элементов в механике деформируемого твердого тела.

(тема лабораторной работы)

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

Лабораторная работа №3.

Упругопластичная модель материала – расчет на прочность по предельному состоянию.

(тема лабораторной работы)

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;

- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,4	0,4
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,4	0,4
Выполнение необходимого эксперимента	0,4	0,4
Обработка результатов исследования, построение графиков	0,4	0,4
Анализ результатов исследования и вывод по работе	0,4	0,4
ИТОГО :	2	2

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 2 балл, максимум в 2 балл. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма по всем лабораторным работам.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Учебным планом по направлению подготовки магистров: 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/программа: «Химическое машино- и аппаратостроение»

(наименование)

для обучающихся предусмотрено проведение практических занятий.

Обучающимся предлагаются разноуровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Задание 1 Механика разрушения и модели пластичности твердого тела

Модели разрушения материала.

Разрушение путем отрыва и среза.

Гипотезы пластичности и прочности.

Теории прочности.

Связь критерия прочности с моделью разрушения.

Задание 2 Метод конечных элементов в механике деформируемого твердого тела

Практические задачи:

- 1) формулирование математической модели применительно к различным задачам напряженного состояния;
- 2) Разработка алгоритма метода конечных элементов для решения практических задач механики твердого тела;
- 3) Применение программных средств для решения задач с помощью метода конечных элементов.

Задание 3 Упругопластичная модель материала – расчет на прочность по предельному состоянию

Практические занятия:

- 1) Сравнение несущей способности сечения при изгибе и кручении при расчете по допускаемым напряжениям и предельному состоянию;
- 2) Решение статически неопределимых систем методом уравнивания трех моментов;
- 3) Метод выровненных эпюр при расчете по предельному состоянию.

Остальные варианты заданий приведены в методическом указании, разработанном на кафедре МАХП:

Сабанаев И.А. Решение задач разработки программно-информационного обеспечения САПР. / И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева. Учебное пособие. – Нижекамск: Нижекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ». 2015 – 72с. Электронная библиотека УНИЦ НХТИ.

Критерии оценки практических занятий

Изучая предмет, обучающийся выполняет 8 заданий. За решение каждого он может получить 1 балл. Если не справился с заданием без помощи преподавателя, оценка снижается.

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как сумма полученных баллов за решение 8 индивидуальных заданий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки: 15.04.02 «Технологические машины
и оборудование»
(код и наименование)

Профиль/программа: «Химическое машино- и аппаратостроение»
(наименование)

Семестр 1

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  И.А. Сабанаев

« 10 » марта 2021 г.

Экзаменационный билет № 1

1. Понятие схематизации. Основные направления схематизации. Схематизация внутренних сил.
2. Гипотезы пластичности и прочности. Теории прочности. Связь критерия прочности с моделью разрушения.

Экзаменационный билет № 2

1. Модели поведения материала при действии внешних сил. Основные особенности моделей и прикладные задачи, решаемые с помощью них.
2. Классические теории прочности. Теория прочности Мора.

Экзаменационный билет № 3

1. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Напряженное состояние бруса. Уравнения Навье.
2. Основы метода конечных элементов. Геометрическая интерпретация.

Экзаменационный билет № 4

1. Главные напряжения. Виды напряженных состояний. Прямая и обратная задачи напряженного состояния.
2. Приложение метода конечных элементов к решению задач механики деформируемого твердого тела.

Экзаменационный билет № 5

1. Модель напряженного состояния с точки зрения теории упругости. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
2. Предельное состояние материала. Теоретическое обоснование наличия резервов прочности при расчете по предельному состоянию.

Экзаменационный билет № 6

1. Связь напряжений и деформаций на основе упругой модели материала. Обобщенный закон Гука.
2. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Напряженное состояние бруса. Уравнения Навье.

Экзаменационный билет № 7

1. Резервы сечения и резервы конструкции при расчете по предельному состоянию для статически неопределимых систем.
2. Главные напряжения. Виды напряженных состояний. Прямая и обратная задачи напряженного состояния.

Экзаменационный билет № 8

1. Классические теории прочности. Теория прочности Мора.
2. Модель напряженного состояния с точки зрения теории упругости. Шаровой тензор и девиатор напряжений.

Экзаменационный билет № 9

1. Предельное состояние материала. Теоретическое обоснование наличия резервов прочности при расчете по предельному состоянию.
2. Связь напряжений и деформаций на основе упругой модели материала. Обобщенный закон Гука.

Экзаменационный билет № 10

1. Гипотезы пластичности и прочности. Теории прочности. Связь критерия прочности с моделью разрушения.
2. Резервы сечения и резервы конструкции при расчете по предельному состоянию для статически неопределимых систем.

Экзаменационный билет № 11

1. Приложение метода конечных элементов к решению задач механики деформируемого твердого тела.
2. Предельное состояние материала. Теоретическое обоснование наличия резервов прочности при расчете по предельному состоянию.

Экзаменационный билет № 12

1. Цели и задачи предмета. Основные определения и терминология. Гипотезы и допущения механики деформируемого тела.
2. Модели разрушения материала. Разрушение путем отрыва и среза.

Критерии оценки

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» проводится в соответствии с ООП и является обязательной. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.

Студент допускается к экзамену по дисциплине, если текущий рейтинг по дисциплине составит величину, большую или равную, чем 36 баллов. В случае наличия учебной задолженности или пропусков студент отрабатывает соответствующие занятия в форме, предложенной преподавателем и представленной в рабочей программе дисциплины.

Оценивание студента на экзамене

На экзамене студенту предлагается билет, состоящий из двух теоретических вопросов. После ответа на каждый вопрос студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы, требующие краткого ответа. Дополнительные вопросы, как правило, задаются при неполном ответе и нужны для более адекватного оценивания знаний.

Максимальный экзаменационный рейтинг составляет 40 баллов. Максимальный экзаменационный рейтинг, который может быть засчитан как положительный составляет 24 балла. Студенты могут набрать на экзамене 24 – 40 баллов. Студент, получивший на экзамене менее 24 баллов, считается не сдавшим предмет - вне зависимости от величины текущего рейтинга.

Вид задания	Минимальное количество баллов и критерии минимальной оценки	Максимальное количество баллов и критерии максимальной оценки
Первый вопрос	<p>12 баллов</p> <p>Представлен основной материал теоретического билета. Записаны определения и законы. Имеются некоторые ошибки в формулировках. С помощью преподавателя даны ответы на дополнительные уточняющие вопросы по материалу билета.</p>	<p>20 баллов</p> <p>Полно раскрыто содержание теоретического вопроса. Даны четкие определения, сформулированы основные зависимости и следствия из них. Приведены поясняющие примеры. Сделаны выводы. Даны ответы на все дополнительные вопросы по материалу билета.</p>
Второй вопрос	<p>12 баллов</p> <p>Представлен основной материал теоретического билета. Записаны определения и законы. Имеются некоторые ошибки в формулировках. С помощью преподавателя даны ответы на дополнительные уточняющие вопросы по материалу билета.</p>	<p>20 баллов</p> <p>Полно раскрыто содержание вопроса. Даны четкие определения, сформулированы законы и следствия из них. Приведены поясняющие примеры. Сделаны выводы. Даны ответы на все дополнительные вопросы по материалу билета.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 «Технологические
машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическое машино- и аппаратостроение»
(наименование)

Темы для собеседования

по дисциплине Б1.О.13 «Механика деформируемого твердого тела»
(наименование дисциплины)

Перечень тем для собеседования:

1. Способы Эйлера и Лагранжа описания движения сплошной среды. Траектория частицы. Закон движения. Перемещение, скорость, ускорение. Полная, частная и конвективная производные по времени.
2. Меры деформаций Коши и Грина. Лагранжевы и Эйлеровы тензоры конечных деформаций. Их связь с перемещениями. Тензор малых деформаций. Тензор вращения. Дисторсия. Вектор линейного поворота. Соотношения Коши.
3. Перемещение абсолютно твёрдого тела. Условия совместности деформаций в интегральной форме. Условия совместности Сен-Венана. Условия сплошности многосвязных и неоднородных тел.
4. Физический смысл компонент тензора деформаций. Главные деформации и главные напряжения и их физический смысл.
5. Определение тензора скоростей деформаций.
6. Объёмные, массовые и поверхностные силы. Главный вектор и главный момент сил. Равновесие элементарного тетраэдра. Вектор напряжений. Тензор напряжений Коши. Распределение усилий на поверхности элементарного кубика. Нормальное и касательное напряжения на площадке. Главные напряжения и главные площадки в точке.
7. Закон сохранения массы в дифференциальной и интегральной формах. Уравнение неразрывности.
8. Закон сохранения количества движения (импульса). Уравнения движения сплошной среды. Закон сохранения момента количества движения. Симметрия тензора напряжений.
9. Максимальные касательные напряжения и площадки, на которых они реализуются. Круги Мора. Октаэдрические площадки. Среднее (гидростатическое) напряжение. Интенсивность напряжений. Частные случаи напряженного состояния.
10. Поверхность напряжений.
11. Тензор Пиола-Кирхгофа. Тензор Кирхгофа.
12. Закон сохранения механической энергии. Теорема "живых сил". Массовый приток тепла. Вектор потока тепла. Удельная внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Локальное уравнение энергии.
13. Обратимые и необратимые процессы. Абсолютная температура. Удельная энтропия. Второй закон термодинамики. Неравенство Клаузиуса-Дюгамеля. Закон Фурье.

14. Зависимые и независимые термодинамические параметры состояния. Удельная свободная энергия Гельмгольца.
15. Термодинамика неравновесных процессов. Изотермический и адиабатический неравновесные процессы. Гипотеза локального равновесия. Локальное представление законов термодинамики.
16. Определяющие соотношения линейно упругого тела. Обобщённый закон Гука. Плотность энергии деформации. Изотропные и анизотропные среды. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига и модуль объёмного сжатия.

Критерии оценки:

Максимальное число баллов – 6 баллов выставляется, если собеседование протекает при активном обмене информацией между студентами и преподавателем; вопросы и ответы следуют с обеих сторон; ответы полноценные и развернутые; во время собеседования студенты поднимают интересные и оригинальные проблемы.

Минимальное число баллов – 2 балла выставляется при преимущественно одностороннем потоке информации; ответы студентов односложные и без разъяснений; вопросы носят тривиальный характер; во время беседы практически не поднимаются острые проблемы и не приводятся в качестве примеров практические ситуации.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 «Технологические
машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическое машино- и аппаратостроение»
(наименование)

Темы для рефератов

по дисциплине (модулю) Б1.О.13 «Механика деформируемого твердого тела»

Тема

1. Закон Гука для изотропного тела в прямой и обратной формах.
2. Физический смысл упругих постоянных и область их изменения.
3. Статические, квазистатические и динамические постановки начально-краевых задач теории упругости.
4. Теорема единственности статической задачи.
5. Уравнения Ламе. Постановка в перемещениях.
6. Уравнения Бельтрами – Мичелла.
7. Плоская задача теории упругости.
8. Плоское деформированное состояние.
9. Функция Эйри. Плоское напряжённое и обобщённое плоское напряжённое состояния.
10. Применение теории функций комплексной переменной. Формулы Лява.
11. Комплексные потенциалы. Формула Колосова – Мусхелишвили.
12. Линейная термоупругость. Соотношения Дюгамеля-Неймана.
13. Закон теплопроводности Фурье.
14. Метод Галёркина.

Тема

1. Динамические задачи теории упругости. Теорема Гельмгольца.
2. Волновые уравнения для потенциалов. Два типа волн в неограниченной упругой среде.
3. Плоские волны. Решение Даламбера.
4. Отражение плоской волны от свободной поверхности и от жесткой стенки.
5. Поверхностные волны Релея. Волны Лява.
6. Поверхности разрывов. Ударные волны.
7. Геометрические, кинематические и динамические условия совместности. Соотношение Адамара.
8. Плоская автомобильная задача.

9. Условие (критерий) текучести. Критерий текучести Треска (теория максимального касательного напряжения). Предел текучести на сдвиг и растяжение.
10. Теория течения. Теория упругопластической деформации. Параметр Генки.
11. Теория пластического течения. Уравнения Прандтля – Рейса.
12. Плоская задача теории пластичности. Линии скольжения и их свойства.
13. Уравнения Генки. Телеграфное уравнение.
14. Теория наследственности. Ползучесть при одномерном и сложном напряжённом состоянии.
15. Диаграммы ползучести и релаксации. Наследственные модели.
16. Линейные модели вязкоупругого поведения материала.
17. Теория наследственности. Ядро релаксации и ядро ползучести.
18. Модель Максвелла, Кельвина – Фойхта. Обобщенные модели. Принцип соответствия Вольтера.
19. Модели вязкопластических сред. Определяющие уравнения Шведова – Бингама.
20. Теории старения, течения и упрочнения при ползучести.
21. Ползучесть элементов конструкций.

Критерии оценки

В рабочей программе дисциплины предусмотрена подготовка и защита рефератов по двум темам. Оба реферата оцениваются по одинаковой шкале:

Минимальное число баллов – 2 балла выставляется при недостаточной степени раскрытия темы в ходе своего выступления, приведения нечетких аргументов и не вполне активное участие в дискуссии по проблеме, которая была раскрыта в ходе доклада.

Максимальное число баллов – 6 баллов выставляется при полноценном раскрытии темы в ходе своего выступления, приведения четких аргументов и доказательств, а также активное участие в дискуссии по проблеме, которая была раскрыта в ходе доклада.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 «Технологические
машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическое машино- и аппаратостроение»
(наименование)

Комплект заданий для контрольной работы

по дисциплине (модулю) Б1.О.13 «Механика деформируемого твердого тела»

Задание. Напряженно-деформированное состояние бруса в опасном сечении характеризуется набором напряжений, показанных на рисунке для элементарного параллелепипеда, выбранного из этого сечения в произвольном месте. Плоскость правой грани элемента совпадает с плоскостью поперечного сечения. В контрольной работе требуется:

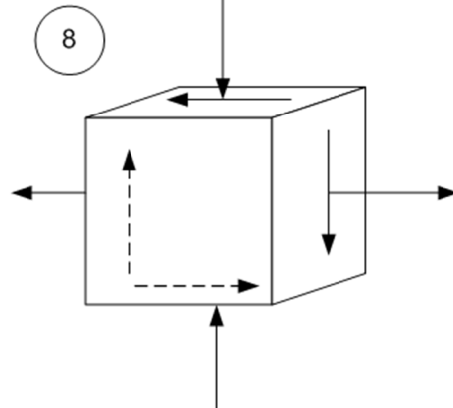
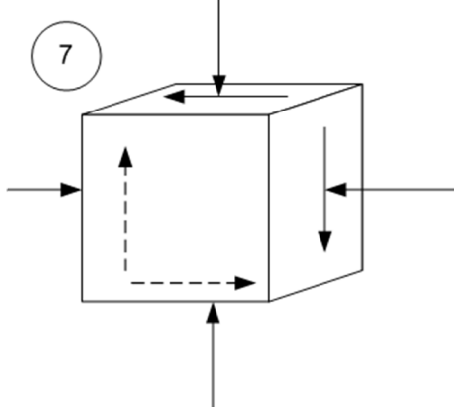
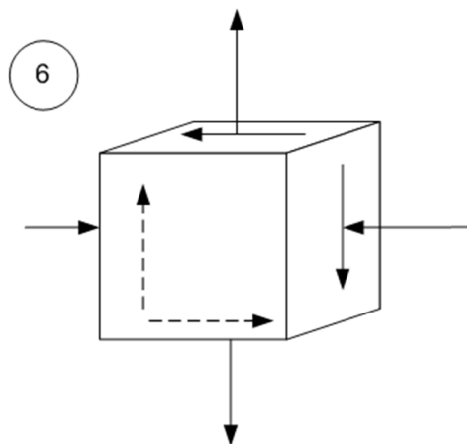
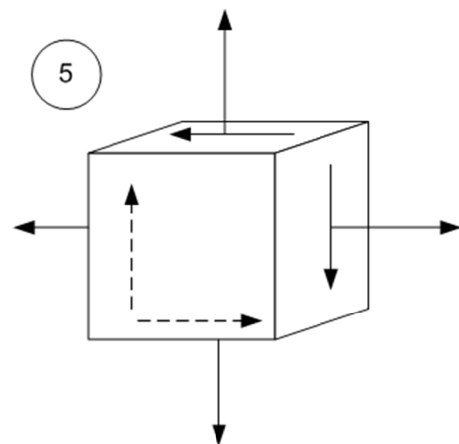
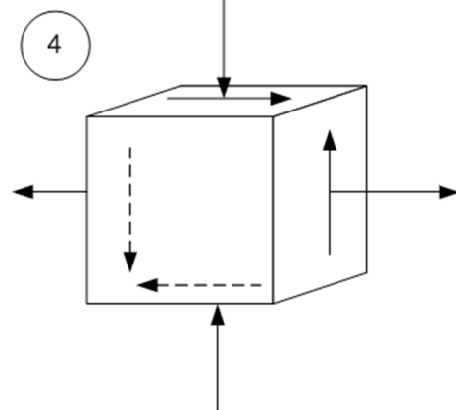
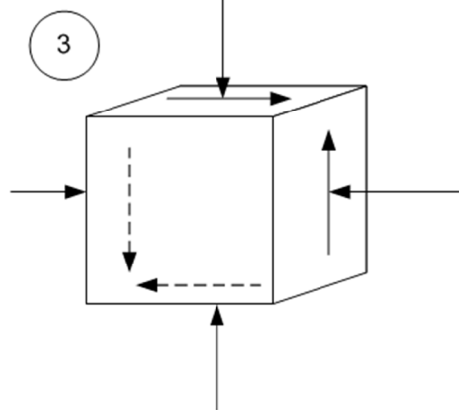
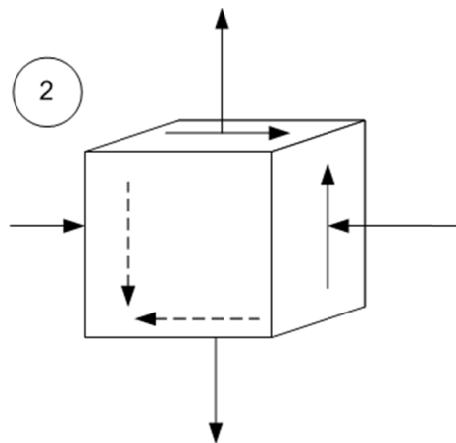
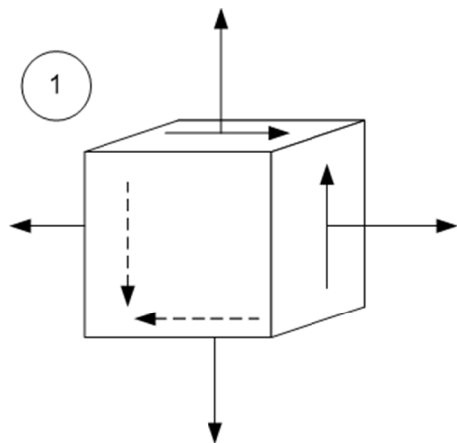
- 1) построить тензор напряжений;
- 2) решая обратную задачу ТНДС рассчитать главные напряжения и направление главных площадок;
- 3) используя круг Мора, выполнить графические пояснения к решению;
- 4) вычислить максимальные касательные напряжения;
- 5) на основе обобщенного закона Гука найти главные деформации $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$;
- 6) рассчитать эквивалентное напряжение $\sigma_{\text{экв}}$ по второй и четвертой теории прочности;
- 7) найти относительное изменение объема;
- 8) определить удельную потенциальную энергию деформации.

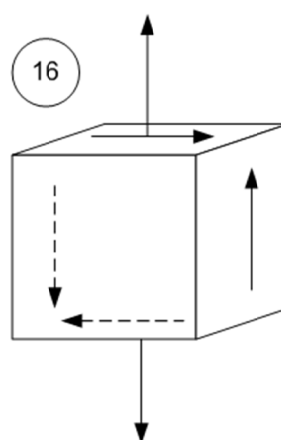
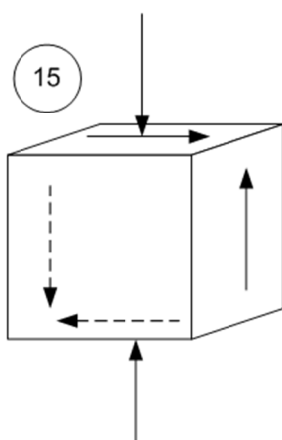
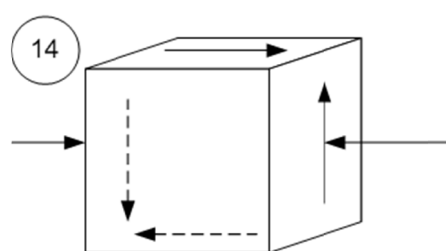
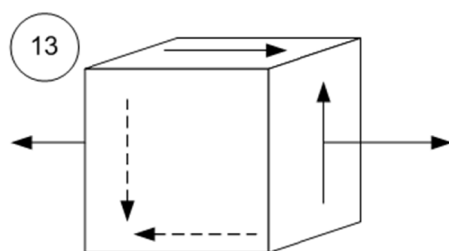
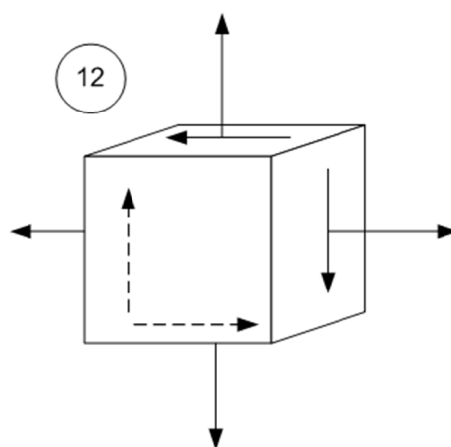
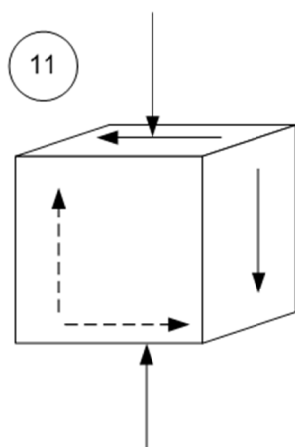
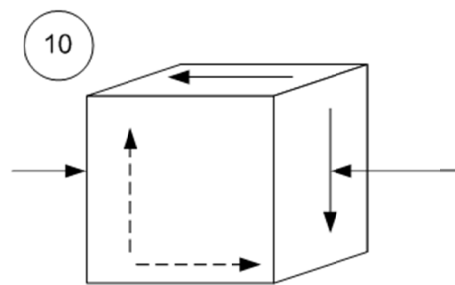
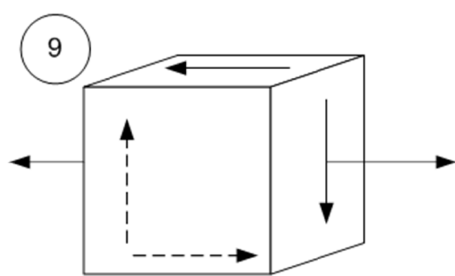
Вариант схемы выбрать по рисунку в соответствие с номером своей фамилии в списке группы.

Исходные числовые данные для выполнения расчетов для всех вариантов одинаковы:

$$\tau_{zy} = -\tau_{yz} = 40 \text{ МПа}; \sigma_z = 70 \text{ МПа}; \sigma_y = 60 \text{ МПа}.$$

Варианты заданий для контрольной работы





Критерии оценки:**Критерий максимальной оценки – на 6 баллов**

Выполнены все требования задания к работе. Расчетные схемы, математические модели построены правильно с соблюдением масштаба и правил оформления. Расчеты выполнены с достаточной степенью точности. Показан вывод расчетных формул. Числовые величины в формулах сопровождаются единицами измерений. Над единицами измерений выполнены правильные преобразования. Крупные и мелкие числовые величины представлены в показательной форме – математические действия над ними выполнены без ошибок. В текстовый отчет помещены все результаты выполненных расчетов.

Критерий оценки на 4 балла

Выполнены почти все требования задания к работе. Расчетные схемы, математические модели построены правильно, но с небольшими нарушениями в правилах оформления. Расчеты величин местами не достигают достаточной степени точности. Имеются небольшие огрехи в выводе расчетных формул. Числовые величины в формулах сопровождаются единицами измерений. Не над всеми единицами измерений выполнены правильные преобразования. Крупные и мелкие числовые величины не всегда представлены в показательной форме – при выполнении математических действий над ними используется формат чисел с фиксированной запятой. В текстовый отчет помещены все результаты выполненных расчетов. Оформление работы выполнено с несущественными ошибками.

Критерий минимальной оценки – 2 балла

Выполнены не все требования задания к работе. Расчетные схемы, математические модели построены правильно, но со значительными нарушениями правил оформления. При проведении расчетов имеются существенные потери точности величин. При выводе расчетных формул допущены некоторые ошибки. Не все числовые величины в формулах сопровождаются единицами измерений. Не всегда над единицами измерений выполнены правильные преобразования. Крупные и мелкие числовые величины представлены в различных форматах, приводящих к накоплению ошибки. В текстовый отчет помещены не все результаты выполненных расчетов. Оформление работы выполнено с существенными ошибками.

Критерий оценки «неудовлетворительно»:

Если хотя бы один из перечисленных критериев для минимальной оценки не соблюдается, выставляется оценка «неудовлетворительно», работа возвращается на доработку.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический
Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 «Технологические
машины и оборудование»

(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическое машино- и аппаратостроение»
(наименование)

Тестовые задания

по дисциплине (модулю) Б1.О.13 «Механика деформируемого твердого тела»

Выбрать один правильный ответ из четырех предложенных.

1.

Представленная ниже формула выражает математическую формулировку

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E} [\sigma_1 - \mu (\sigma_2 + \sigma_3)]$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{E} [\sigma_2 - \mu (\sigma_1 + \sigma_3)]$$

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{E} [\sigma_3 - \mu (\sigma_1 + \sigma_2)]$$

1. обобщенного закона Гука.
2. плоского напряженного состояния.
3. системы канонических уравнений метода сил.
4. системы канонических уравнений метода деформаций.

2.

Напряженное состояние называется объемным, если

1. одно из трех главных напряжений равно нулю.
2. три из трех главных напряжений равно нулю.
3. два из трех главных напряжений равно нулю.
4. ни одно из трех главных напряжений не равно нулю.

3. Напряжением называют

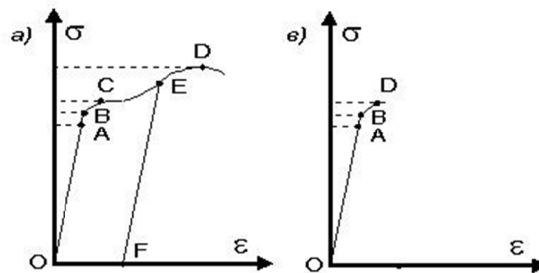
1. отношение внутренней силы, приложенной к элементарной площадке, к ее площади.
2. произведение модуля упругости на деформацию.
3. проекцию внутренней силы на нормаль к площадке, к которой она приложена.
4. одну из проекций геометрической суммы внутренних сил, действующих в сечении.

4.

Касательные напряжения максимальны по площадке, которая расположена по отношению к главной площадке под углом

1. 45 град.
2. 90 град.
3. 0 град.
4. 180 град.

5. Приведенные ниже графики являются

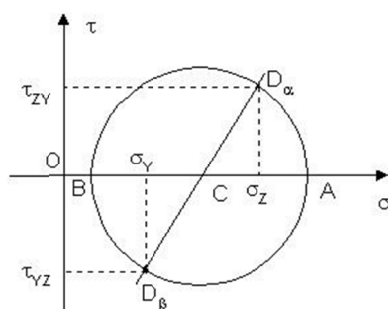


1. кривыми выносливости материала.
2. диаграммами сжатия материалов
3. диаграммами сдвига материалов
4. диаграммами растяжения материалов.

6. Напряженно-деформированное состояние в точке считается определенным, если

1. известно наибольшее напряжение в данной точке.
2. известно одно из трех главных напряжений в данной точке.
3. известны нормальные и касательные напряжения по той площадке элементарного параллелепипеда, которая обращена к плоскости поперечного сечения.
4. известны напряжения по всем площадкам, образующим грани этой точки.

7. Представленный ниже рисунок предназначен для



1. определения напряжений при линейном напряженном состоянии.
2. определения перемещений при плоском изгибе.
3. определения напряжений при плоском напряженном состоянии.
4. для решения задачи расчета на прочность с помощью теории прочности Мора.

8. Закон парности касательных напряжений определяет, что

1. число касательных напряжений, действующих по любой площадке должно быть равно двум.
2. касательные напряжения, действующие по взаимно-перпендикулярным площадкам, должны быть одинаково направлены.
3. касательные напряжения, действующие по противоположным площадкам, должны быть равны по величине и противоположно направлены.
4. касательные напряжения, действующие по взаимно-перпендикулярным площадкам, должны быть равны по величине и противоположно направлены.

9. Приведенная ниже формула является формулой расчета эквивалентного напряжения по

$$\sigma_{\text{экс}} = \sigma_1 - \sigma_3$$

1. по первой теории прочности.
2. по второй теории прочности.
3. по третьей теории прочности.
4. по четвертой теории прочности.

10. Приведенная ниже формула является формулой расчета эквивалентного напряжения по

$$\sigma_{\text{экс}} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

1. по первой теории прочности.
2. по второй теории прочности.
3. по третьей теории прочности.
4. по четвертой теории прочности.

11.

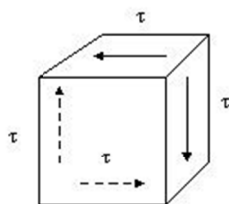
Представленная ниже формула предназначена для определения касательных напряжений,

$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\alpha$$

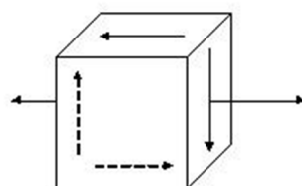
1. действующих по площадке, которая расположена под некоторым углом к главной площадке при линейном напряженном состоянии.
2. действующих по площадке, которая расположена под некоторым углом к главной площадке при плоском напряженном состоянии
3. действующих при осевом растяжении или осевом сжатии.
4. действующих при внецентровом растяжении или внецентровом сжатии.

12. При чистом сдвиге возникает напряженное состояние, изображенное на рисунке

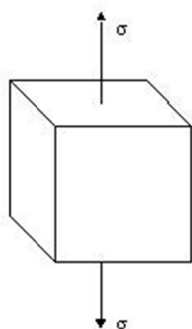
1.



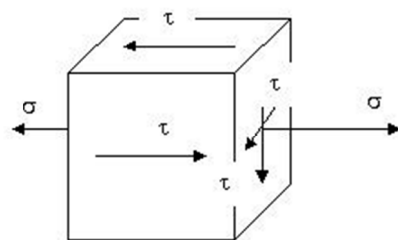
2.



3.



4.



13. При чистом сдвиге возникает

1. линейное напряженное состояние.
2. плоское напряженное состояние.
3. объемное напряженное состояние.
4. сложное напряженное состояние.

14. Приведенная ниже формула является математической формулировкой

$$\sigma = E\varepsilon$$

1. закона Гука при сдвиге.
2. расчета на прочность при растяжении или сжатии.
3. теоремы Журавского.
4. закона Гука при растяжении или сжатии.

15. При чистом изгибе возникает

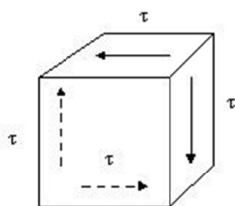
1. напряженное состояние, соответствующее сложной деформации.
2. объемное напряженное состояние.
3. плоское напряженное состояние.
4. линейное напряженное состояние.

16. Расчет на прочность при чистом изгибе выполняется

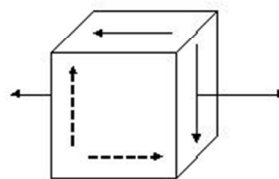
1. без применения теорий прочности.
2. по касательным напряжениям.
3. с помощью третьей теории прочности.
4. с помощью второй теории прочности.

17. При плоском поперечном изгибе возникает напряженное состояние, которое показано на рисунке

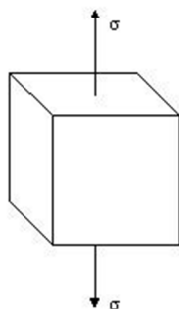
1.



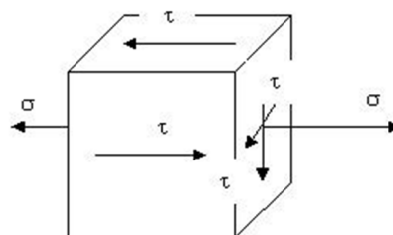
2.



3.



4.



18.

Напряженное состояние называется плоским, если

1. одно из трех главных напряжений равно нулю.
2. три из трех главных напряжений равно нулю.
3. два из трех главных напряжений равно нулю.
4. ни одно из трех главных напряжений не равно нулю.

19.

Приведенная ниже формула является формулой расчета эквивалентного напряжения по

$$\sigma_{\text{экв}} = \begin{cases} \sigma_1, & |\sigma_1| > |\sigma_3| \\ \sigma_3, & |\sigma_1| < |\sigma_3| \end{cases}$$

1. по первой теории прочности.
2. по второй теории прочности.
3. по третьей теории прочности.
4. по четвертой теории прочности.

20.

Напряженно-деформированное состояние бруса считается определенным, если

1. определено напряженно-деформированное состояние в каждой его точке.
2. определено напряжение на поверхности бруса.
3. известен тензор напряжений в точке, соответствующей центру тяжести опасного сечения.
4. известно наибольшее напряжение и наибольшая деформация бруса.

21.

Объемное напряженное состояние, представляемое с помощью кругов Мора, изображается системой, состоящей из

1. одного круга.
2. трех кругов.
3. двух кругов.
4. шести кругов.

22.

Главными напряжениями называются

1. нормальные напряжения, действующие по главным площадкам.
2. касательные напряжения, действующие по главным площадкам.
3. полные напряжения, действующие по любой площадке.
4. проекция на нормаль полного напряжения.

23.

Напряженное состояние называется линейным, если

1. одно из трех главных напряжений равно нулю.
2. три из трех главных напряжений равно нулю.
3. два из трех главных напряжений равно нулю.
4. ни одно из трех главных напряжений не равно нулю.

24.

Назначение теорий прочности состоит в том, чтобы

1. определить максимальное напряжение, необходимое для расчета на прочность.
2. выполнить расчет на прочность при линейном напряженном состоянии.
3. выполнить расчет на прочность при плоском и объемном напряженном состояниях.
4. вычислить допускаемое напряжение, необходимое для расчета на прочность.

25.

Касательные напряжения максимальны по площадке, которая расположена по отношению к главной площадке под углом

1. 45 град.
2. 90 град.
3. 0 град.
4. 180 град.

26.

Напряженное состояние называется плоским, если

1. одно из трех главных напряжений равно нулю.
2. три из трех главных напряжений равно нулю.
3. два из трех главных напряжений равно нулю.
4. ни одно из трех главных напряжений не равно нулю.

Критерии оценки:

Результат оценивается в баллах. Их величина зависит от доли правильных ответов в общем числе заданий теста и приводится в таблице.

Процент правильных ответов на вопросы теста	оценка
< 60%	0 баллов
> 60% , но < 74 %	2 балла
>74% , но <87 %	4 балла
>87 %	6 баллов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки/специальность: 15.04.02 «Технологические
машины и оборудование»

(код и наименование)

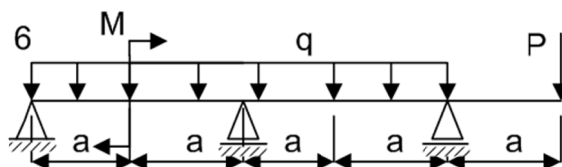
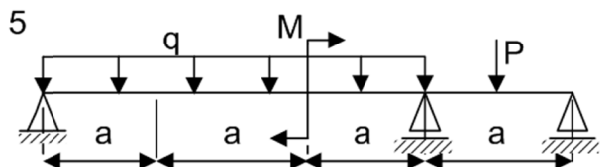
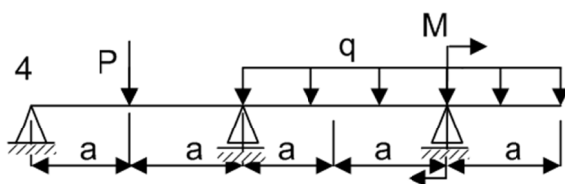
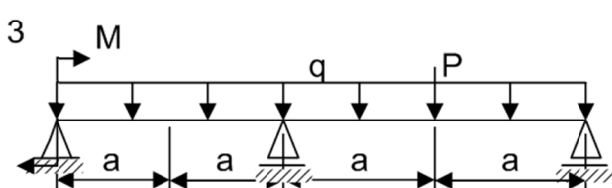
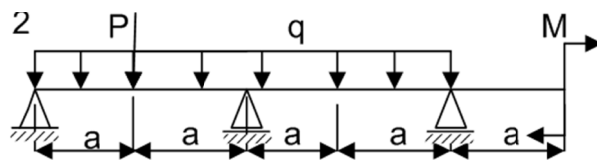
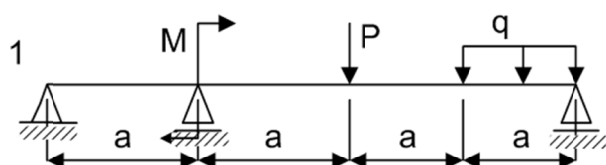
Профиль/специализация: «Химическое машино- и аппаратостроение»
(наименование)

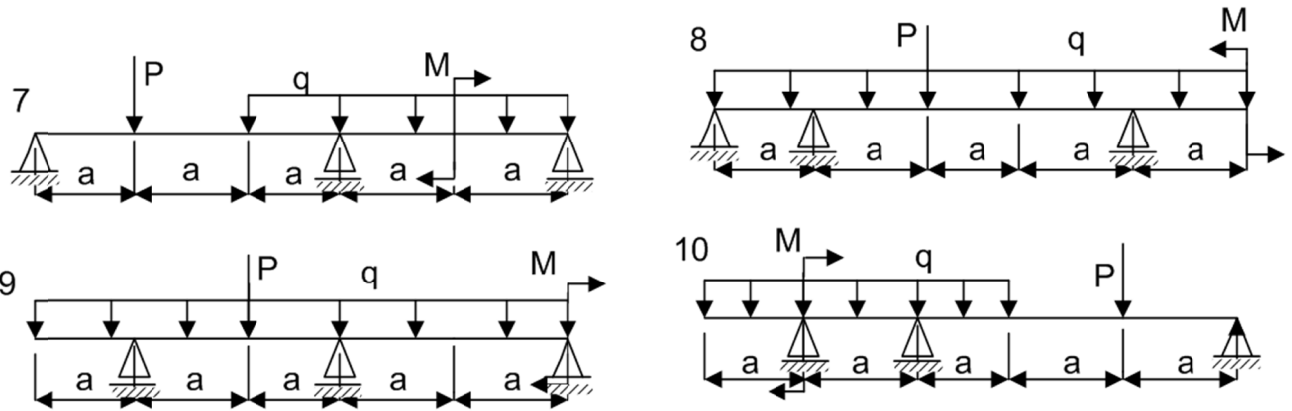
Комплект заданий для расчетно-графической работы

по дисциплине (модулю) Б1.О.13 «Механика деформируемого твердого тела»

Задание: Сравнить результаты расчетов статически неопределимого бруса по допускаемым напряжениям и предельному состоянию. Во втором случае следует воспользоваться методом выровненных эпюр. Сечение бруса – квадрат. В качестве критерия для сравнения нужно выбрать площадь сечения.

Варианты заданий для расчетно-графической работы





Критерии оценки:

Критерий максимальной оценки – на 6 баллов

Выполнены все требования задания к работе. Работа сдана в установленный срок. Грамотно раскрыта статическая неопределимость. Графическая часть работы сделана аккуратно и очень корректно. Вычисления сопровождаются подробным выводом формул и пояснениями. Расчеты выполнены с высокой степенью точности и без ошибок. Сравнение методов включает в себя грамотный анализ результатов. Работа завершается полноценным и корректным выводом.

Критерий оценки на 4 балла

Выполнены практически все требования задания к работе. Работа сдана в установленный срок. С несущественными ошибками раскрыта статическая неопределимость. Графическая часть работы сделана на хорошем уровне и достаточно корректно. Вычисления частично сопровождаются выводом формул и некоторыми пояснениями. Расчеты выполнены с хорошей степенью точности и почти без ошибок. Сравнение методов включает в себя вполне понятный анализ результатов. Работа завершается небольшим выводом.

Критерий минимальной оценки – 2 балла

Выполнены не все требования задания к работе. Работа сдана с некоторым отставанием от установленного срока. При раскрытии статической неопределимости допущен ряд ошибок. Графическая часть работы сделана неаккуратно и местами некорректно. Вычисления не всегда сопровождаются выводом формул и пояснениями. Точность расчетов невысока; есть некоторые ошибки. Сравнение методов выполнено без подробного анализа результатов. Вывод по итогам работы сделан коротким; выставлены не вполне корректные оценки.

Критерий оценки «неудовлетворительно»:

Если хотя бы один из перечисленных критериев для минимальной оценки не соблюдается, выставляется оценка «неудовлетворительно», работа возвращается на доработку.