

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.В.03 «Современные методики разработки машин, приводов и систем»  
(код и наименование дисциплины (модуля))

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»  
(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Химическое машино- и аппаратостроение»  
(наименование профиля/направленности/специализации)

магистр

квалификация

очная

(форма обучения)

Нижекамск 2021

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***

ПК-6	способен применять актуальную нормативную документацию при выполнении опытно-конструкторских работ
ПК-6.1	Знает актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР в области химического машино- и аппаратостроения
ПК-6.2	Умеет применять актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР
ПК-6.3	Владеет навыками использования актуальной нормативной документации при выполнении ОКР
ПК-3	способен разрабатывать планы и методические программы проведения исследований и разработок по теме
ПК-3.1	Знает научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок в области химического машино- и аппаратостроения
ПК-3.2	Умеет разрабатывать планы и методические программы проведения исследований в области химического машино- и аппаратостроения
ПК-3.3	Владеет навыками разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок по определенной тематике
ПК-7	способен применять методы и средства планирования, организации, проведения, оформления результатов и внедрения опытно-конструкторских разработок
ПК-7.1	Знает методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения опытно-конструкторских разработок
ПК-7.2	Умеет применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения опытно-конструкторских разработок
ПК-7.3	Владеет навыками использования методов и средств планирования, организации, проведения и внедрения ОКР

Индекс компетенции	Этапы формирования компетенции (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект	
ПК-3.1	Тема 1, Тема-2	Тема 1, Тема-2	Тема 1, Тема-2	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, тест, отчет по лабораторной работе
ПК-3.2	Тема 1, Тема-2	Тема 1, Тема-2	Тема 1, Тема-2	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, отчет по лабораторной работе, реферат
ПК-3.3	Тема 1, Тема-2	Тема 1, Тема-2	Тема 1, Тема-2	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, реферат
ПК-6.1	Тема 3, Тема 4	Тема 3, Тема 4	Тема 3, Тема 4	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, выступление с рефератом, отчет по лабораторной работе, собеседование
ПК-6.2	Тема 3, Тема 4	Тема 3, Тема 4	Тема 3, Тема 4	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, участие в собеседовании, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
ПК-6.3	Тема 3, Тема 4	Тема 3, Тема 4	Тема 3, Тема 4	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, раздел проекта с описанием расчетов, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
ПК-7.1	Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 5, Тема 6, Тема 7	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, расчетно-графическая работа, отчет по лабораторной работе
ПК-7.2	Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 5, Тема 6, Тема 7	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, расчетно-графическая раб, отчет по лабораторной работе ота
ПК-7.3	Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 5, Тема 6, Тема 7	-	Конспект лекций, тетрадь с решенными задачами, кейс-задача, отчет по лабораторной работе

## Перечень оценочных средств для оценки (промежуточный контроль - экзамен)

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
лекция (конспект)	7	1		7	7
практическ. занятие (тетрадь с решением)	7	1		7	7
лабораторные занятия (выполнение и отчет)	7	1	2	7	14
реферат	1	3	6	3	6
тест	1	3	6	3	7
кейс-задача	1	3	7	3	7
дискуссия	1	3	6	3	6
доклад	1	3	7	3	6
экзамен				24	40
Всего				36	60

### 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

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
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 работат 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.	Кейс-задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи
4.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
6	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
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.**

Расчет плоских элементов оборудования разложением в двойной тригонометрический ряд Фурье.

(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.**

Решение линейной нестационарной задачи теплового расчета элементов оборудования асимптотическим методом.

(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.**

Решение линейной стационарной задачи элементов оборудования типа брус методом конечных разностей.

(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 №4.**

Решение линейной нестационарной задачи теплового расчета элементов оборудования методом конечных разностей.

(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 №5.**

Расчет элементов стержневой формы с помощью компьютерных систем моделирования элементов оборудования.

(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 №6.**

Реализация алгоритма решения задачи расчета методом конечных элементов применительно к простейшей схеме

(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 №7.**

Расчет элементов плоской формы с помощью компьютерных систем моделирования элементов оборудования.

(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 «Современные программные комплексы для расчета оборудования» студент должен выполнить следующие виды работ:

<b>Виды работ</b>	<b>Минимальный балл</b>	<b>Максимальный балл</b>
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,2	0,4
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,2	0,4
Выполнение необходимого эксперимента	0,2	0,4
Обработка результатов исследования, построение графиков	0,2	0,4
Анализ результатов исследования и вывод по работе	0,2	0,4
<b>ИТОГО :</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 1 балл, максимум в 2 балла. 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**

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть темы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в задании;
- 3) приводятся методические указания для решения задания;
- 4) приводятся контрольные вопросы к работе.

### **Задание 2**

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть темы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в задании;
- 3) приводятся методические указания для решения задания;
- 4) приводятся контрольные вопросы к работе.

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

2. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]: учебник / И. И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. - 3-е изд. в электрон. варианте. - Казань : КНИТУ, 2014.

Режим доступа: свободный. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ.

### **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 2

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  И.А. Сабанаев

« 10 » марта 2021 г.

**Экзаменационный билет № 1**

1. Математические основы проектирования машин, приводов и систем.
2. Расчет плоских элементов оборудования разложением в двойной тригонометрический ряд Фурье

**Экзаменационный билет № 2**

1. Классификация и краткая характеристика методов расчета и проектирования.
2. Решение линейной нестационарной задачи теплового расчета элементов оборудования асимптотическим методом

**Экзаменационный билет № 3**

1. Асимптотические методы. Задачи расчета элементов оборудования, решаемые способом разложения в ряд.
2. Решение линейной стационарной задачи элементов оборудования типа брус методом конечных разностей

**Экзаменационный билет № 4**

1. Методика и последовательность применения асимптотических методов. Линейные и плоские задачи. Предельная точность решения
2. Общие требования к технологическому оборудованию и машинам. Конструкционные материалы для изготовления оборудования, машин и аппаратов для химических и

нефтехимических производств.

**Экзаменационный билет № 5**

1. Численные методы. Общая характеристика и особенности применения.
2. Решение линейной нестационарной задачи теплового расчета элементов оборудования методом конечных разностей

**Экзаменационный билет № 6**

1. Задачи расчета элементов оборудования, решаемые с помощью численных методов. Линейные, плоские и объемные задачи.
2. Расчет элементов стержневой формы с помощью компьютерных систем моделирования элементов оборудования

**Экзаменационный билет № 7**

1. Элементы оборудования, моделируемые расчетной схемой бруса. Применение алгоритмов конечно-разностной аппроксимации для решения задач. Влияние параметров аппроксимации на точность решения. Стационарные и нестационарные модели
2. Реализация алгоритма решения задачи расчета методом конечных элементов применительно к простейшей схеме

**Экзаменационный билет № 8**

1. Основы вариационного исчисления. Функционал и его вариация.
2. Нормативные документы в области разработки оборудования и машин. Стадии разработки конструкторской документации.

**Экзаменационный билет № 9**

1. Признаки экстремума функционала. Формула Эйлера экстремума функционала интегрального типа от одного переменного. Обобщение формулы Эйлера на функционалы от многих переменных.
2. Элементы теории оболочек для расчета и проектирования тонкостенных корпусов и днищ оборудования и машин, подверженных воздействию внутренних и наружных нагрузок

**Экзаменационный билет № 10**

1. Метод конечных элементов (МКЭ). Типы конечных элементов. Модели элементов оборудования типа стержень и пластина.
2. Проектирование отверстий. Фланцевые соединения. Опоры и строповочные устройства аппаратов и машин.

**Экзаменационный билет № 11**

1. Связь МКЭ с методом перемещений. Основы теории матриц, обозначения, основные типы матриц и действия с ними.
2. Практическое применение вариационных методов к расчету элементов машин, приводов и систем.

**Экзаменационный билет № 12**

1. Запись основных уравнений теории упругости (пространственная и плоская задачи) в матричной форме. Запись функционала потенциальной и работы внешних сил в матричной форме.
2. Расчет и проектирование аппаратов высокого давления (АВД). Конструкции корпусов и затворов АВД.

**Экзаменационный билет № 13**

1. Вариационно-разностный метод расчета элементов оборудования. Понятие о вариационно-разностном методе (ВРМ) расчета конструкций.
2. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов с вращающимися элементами. Виброзащита машин и механизмов

**Экзаменационный билет № 14**

1. Разностные производные и их типы. Вывод основных соотношений вариационно-разностного метода при расчете пластинки на изгиб.
2. Нормативные документы в области разработки оборудования и машин. Стадии разработки конструкторской документации.

**Экзаменационный билет № 15**

1. Расчет элементов плоской формы с помощью компьютерных систем моделирования элементов оборудования
2. Элементы теории оболочек для расчета и проектирования тонкостенных корпусов и днищ оборудования и машин, подверженных воздействию внутренних и наружных нагрузок

**Экзаменационный билет № 16**

1. Понятие о методе глобальных элементов (МГЭ). Сочетание МГЭ и МКЭ или ВРМ при расчете сложных конструкций.
2. Общие требования к технологическому оборудованию и машинам. Конструкционные материалы для изготовления оборудования, машин и аппаратов для химических и нефтехимических производств.

**Критерии оценки**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине Б1.В.03 «Современные методы разработки приводов, машин и систем» 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	12 баллов 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.	20 баллов 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.
Второй вопрос	12 баллов 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.	20 баллов 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.

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/специальность: 15.04.02 «Технологические  
машины и оборудование»  
(код и наименование)

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

### Темы докладов по теме 2

по дисциплине Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем

**Доклад** – продукт самостоятельной работы магистра, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Обучающиеся разбиваются на группы, количество которых определяется количеством докладов. Члены каждой группы самостоятельно распределяют вопросы, отведенные для доклада, между собой.

#### Тема для доклада:

1. Требования стандартов Единой системы конструкторской документации к оформлению проектно-конструкторской документации.
2. Требования к выполнению сборочных чертежей и рабочих чертежей деталей.
3. Современные методы изготовления корпусов аппаратов высокого давления.
4. Конструкции и сравнительные характеристики затворов АВД.
5. Материалы для изготовления прокладок.
6. Особенности конструирования литой, стальной сварной, эмалированной, биметаллической, гумированной, пластмассовой, углеграфитовой, стеклянной аппаратуры, а также аппаратуры из цветных материалов и сплавов.
7. Расчёт и конструирование тонкостенных аппаратов. Общие сведения по устройству, расчёту и испытанию аппаратов.
8. Нормативные параметры при разработке тонкостенных аппаратов: рабочее и пробное давление, рабочая и расчётная температура, допускаемые напряжения;



9. Тонкостенные оболочки, нагруженные внутренним давлением. Общие сведения об оболочках, основные понятия и определения. Напряжённое состояние материала упругих осесимметричных оболочек.

10. Безмоментная теория оболочек. Условие прочности.

11. Укрепление отверстий в оболочках. Расчёт укрепления по геометрическому критерию.

12. Основные положения стандарта "Сосуды и аппараты".

13. Конструкции разъёмных соединений и область их применения. Фланцевые соединения и их расчёт на прочность и герметичность.

14. Основные положения стандарта Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность фланцевых соединений.

15. Колонные аппараты. Расчётная схема колонного аппарата.

16. Основные положения стандарта "сосуды и аппараты". Нормы и методы расчёта на прочность

**Критерии оценки:** Выступление с докладом предполагает значительную самостоятельную работу обучающегося. Доклад должен выполнять ряд требований: его содержание соответствовать заявленной теме; цели соответствовать задачам; логичность и последовательность изложения материала; способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой; объем исследованной литературы и других источников информации; способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса; обоснованность выводов; правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.).

В балльно-рейтинговой системе выступление с докладом относится к дополнительным видам работ. Шкала дифференцирована по ряду критериев. Общий результат складывается как сумма баллов по представленным критериям. Максимальный балл за выступление с докладом - 10 баллов.

Критерий оценки	Балл
Актуальность темы	1
Полное раскрытие проблемы	1
Наличие собственной точки зрения	1
Наличие презентации	1
Наличие ответов на вопросы аудитории	1
Логичность и последовательность изложения	1
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1
ИТОГО	7

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/специальность: 15.04.02 Технологические  
машины и оборудование  
Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение

**Перечень тем для дискуссии по теме 3**

по дисциплине Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем

**Дискуссия** – оценочное средство, позволяющее включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Обучающиеся разбиваются на группы, количество которых определяется количеством тем дискуссии. Члены каждой группы самостоятельно распределяют вопросы, отведенные для дискуссии, между собой.

**Перечень предлагаемых дискуссионных тем и их содержание:**

1. Особые требования к конструкционным материалам для изготовления химической и нефтехимического оборудования. Перспективы использования неметаллических материалов.

2. Особенности методики расчета и конструирования аппаратов, работающих под действием внутреннего и наружного давления. Обеспечение устойчивости форм аппаратов, работающих под вакуумом.

3. Конструирование и расчёт аппаратов высокого давления. Нормативные параметры: расчётные давление и температура, коэффициент прочности сварных соединений.

4. Допускаемые напряжения аппаратов высокого давления с учётом длительной прочности материала и конструктивного исполнения корпуса.

5. Общие принципы и методология конструирования машин и аппаратов отрасли. Конструирование и проектирование, соотношение между сферами инженерной деятельности.

6. Конструкционные материалы, применяемые для машин и аппаратов химических производств. Классификация материалов и область их применения.

7. Машины и аппараты с вращающимися конструктивными элементами.

8. Расчёт элементов машин и аппаратов, подверженных механическим колебаниям.

9. Уплотняющие устройства подвижных элементов. Типы конструкций уплотняющих устройств аппаратов. Уплотнение валов и штоков. Особенности их конструкции и расчёта.

10. Область применения отдельных уплотняющих устройств в зависимости от условий эксплуатации (давления, температуры, свойств обрабатываемой среды).

11. Элементы медленно вращающихся и тяжело нагруженных барабанных аппаратов.

12. Определение оболочки. Оболочки как основные элементы химической аппаратуры. Определение оболочки вращения.

13. Основные соотношения для геометрических параметров элемента. Понятие об осесимметричной равномерно распределённой нагрузке, ее особенности.

14. Внутренние силы и моменты действующие на элемент оболочки; природа их возникновения. Размерности внутренних и внешних силовых факторов.

15. Вывод уравнений равновесия сил и моментов, действующих на элемент оболочки вдоль осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Напряжения, вызываемые внутренними силами и моментами.

16. Методика расчёта оболочки на прочность по напряжениям, вызываемым внутренними силами и моментами.

Участие в дискуссии каждого обучающегося является обязательным. Каждый магистрант имеет возможность использовать определенные справочные материалы. Дискуссия не должна выходить за пределы обозначенной темы, она должна строиться на научных положениях и методах, её цель – разрешить на теоретическом уровне существующее противоречие, предложить модель или алгоритм для выхода из ситуации. Преподаватель направляет ход дискуссии и подводит её итоги.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ на вопросы. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	6
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	4,5
Дает неполный ответ (в общих чертах) на вопрос.	3
Нет ответа.	0

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/специальность: 15.04.02 Технологические  
машины и оборудование  
Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение

**Перечень тем для реферата по теме 4**

по дисциплине **Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем**

- 1) Метод Ритца-Тимошенко при решении объемной и плоской задачи теории упругости.
- 2) Метод Канторовича-Власова при решении объемной и плоской задачи теории упругости.
- 3) Метод Трефца при решении объемной и плоской задачи теории упругости.
- 4) Потенциальная энергия изгиба балки.
- 5) Граничные условия опирания однопролетных балок.
- 6) Тригонометрические функции изгиба однопролетных балок.
- 7) Расчет балок методом Ритца-Тимошенко
- 8) Уравнение колебаний балки и динамические балочные функции.
- 9) Построение динамических балочных функций и их использование в расчете изгиба пластин.
- 10) Метод Канторовича-Власова расчета пластин.
- 11) Основные уравнения теории упругости.
- 12) Аналитические, численно-аналитические и численные методы решения задач теории упругости.
- 13) Основные понятия безмоментной теории расчета тонкостенных оболочек.
- 14) Вывод уравнений безмоментной теории: уравнения равновесия элемента (уравнение Лапласа)
- 15) Уравнение равновесной зоны в безмоментной теории расчета тонкостенных оболочек.
- 16) Применение уравнений безмоментной теории к расчету напряжений в цилиндрической и конической оболочках, нагруженных внутренним давлением.

**Критерии оценки**

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

Минимальное число баллов – 1 балл 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 – 4 балла 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.

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/специальность: 15.04.02 Технологические  
машины и оборудование  
Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение

**Кейс-задача по теме 5**

по дисциплине Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем

**Кейс-задача** – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.

**Задания**

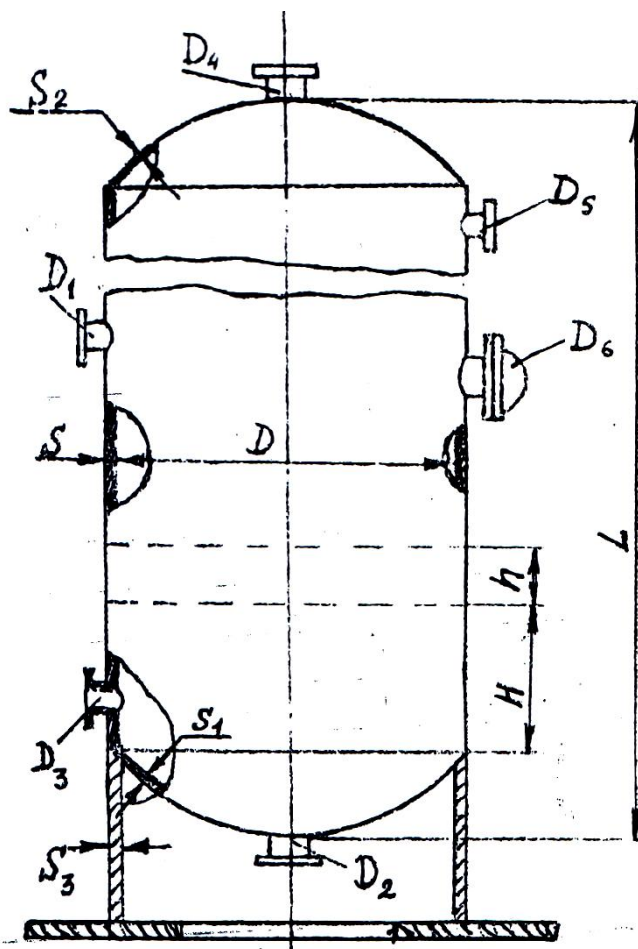


Рисунок. Схема задачи.

Для показанной на рисунке схемы аппарата, работающей под внутренним давлением, провести сравнительный механический расчет цилиндрического корпуса с использованием двух вариантов: ручного на основе классических расчетных формул и численного способа с помощью программы Пассат. Дать сравнительную оценку по массе изготовления корпуса колонны при расчете указанными методами. Сделать выводы по работе.

Толщина стенки аппарата составляет 30 мм.

Внутреннее давление в аппарате (избыточное) равно 100 кПа.

Размеры аппарата для разных вариантов приводятся в таблице.

Таблица. Варианты заданий для кейс-задачи

№ варианта	Диаметр аппарата	Высота аппарата
1	600	2400
2	800	2800
3	1000	3200
4	1200	3600
5	1400	4000
6	1600	4400
7	1800	4800
8	2000	5200
9	600	5200
10	800	4800
11	1000	4400
12	1200	4000
13	1400	3600
14	1600	3200
15	1800	2800
16	2000	2400

**Критерии оценки:** оценка работы обучающихся по выполнению кейсов производится путем сравнения фактически выполненных задач и мероприятий в ходе выполнения кейс-задачи. Максимальный балл за выполнение каждой кейс-задачи - 7 баллов.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ на. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	7
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	5
Дает неполный ответ (в общих чертах) на вопрос.	3
Нет ответа.	0



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/специальность: 15.04.02 Технологические  
машины и оборудование

Программа подготовки: Химическое машино- и аппаратостроение

**Тест по теме по теме 6**

по дисциплине Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем

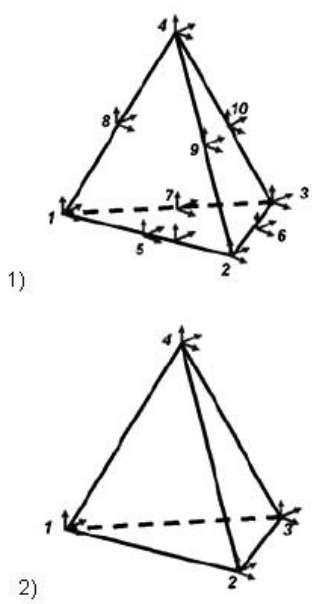
1.	Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин: расчетов на прочность, теплопроводность и т.д.	А) CAE
2.	Какой метод является основным методом расчета конструкций?	А) Метод конечно-элементного анализа
3.	В чем заключается суть метода конечно-элементного анализа?	А) В представлении геометрии любого деформируемого тела в виде совокупности элементов простейшей формы: треугольной, четырехугольной и др.
4.	Укажите основные группы программ анализа	<b>все</b> А) Программные системы проектирования Б) Универсальные программы анализа В) Специализированные программы анализа Г) Программы анализа систем управления
5.	Укажите универсальные программы анализа	А) MSC.NASTRAN (США) Б) ANSYS, Inc. (США) В) SAMTECH (Бельгия)
6.	Укажите специализированные программы анализа	А) MSC.SuperForge (США) Б) Qform (Россия) В) FORGE (Франция) Г) DEFORM (США)
7.	Укажите интегрированные САПР, имеющие в своем составе модуль инженерного анализа	А) UnigraphicsNX (США) Б) T-Flex (Россия)
8.	Имеют ли универсальные программы анализа собственные средства построения геометрической модели изделия?	А) Да
9.	Зависит ли выбор модели конечного элемента от вида инженерного анализа?	А) Да

10.	Что представляет собой сеточная модель?	А) Представляет собой совокупность узлов и элементов, которая натягивается на расчетную модель
11.	Какова функция решателя в системах инженерного анализа?	А) Собирает модели отдельных конечных элементов в общую систему алгебраических уравнений и решает эту систему одним из методов разреженных матриц
12.	Укажите основные части программ анализа с помощью метода конечных элементов	А) Библиотеки конечных элементов
13.	Какая форма представления результатов является основной для представления результатов инженерного анализа?	А) Графическая
14.	Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин: расчетов на прочность, теплопроводность и т.д.	А) CAE
15.	Когда одним из ведущих методов компьютерного моделирования стал метод конечно-элементного анализа?	А) 1970
16.	<p>Установите соответствие между группой программ инженерного анализа и их назначением.</p> <p>1) Программные системы проектирования</p> <p>2) Универсальные программы анализа</p> <p>3) Специализированные программы анализа</p> <p>4) Программы анализа систем управления</p>	<p>1) Программы, объединяющие процессы конструирования и анализа в едином комплексе</p> <p>2) Программы, ориентированные на подготовку полноценной конечно-элементной модели с максимальными возможностями моделирования, учета особенностей геометрического, силового характера и выполнения различных видов расчетов</p> <p>3) Программы, предназначенные для решения задач анализа в узко-специализированных областях инженерного анализа (процессы штамповки иковки, литейные и др. процессы)</p> <p>4) Программы, используемые для исследования динамических процессов, протекающих в системах автоматического регулирования и управления</p>
17.	Установите верную последовательность применения основных частей программ анализа в процессе решения задач анализа	<p>1) Библиотеки конечных элементов</p> <p>2) Препроцессор</p> <p>3) Решатель</p> <p>4) Постпроцессор</p>

18.	Укажите виды анализа, которые можно провести с использованием универсальных программ анализа	<p><b>все</b></p> <p>А) Анализ линейной и нелинейной статики и динамики</p> <p>Б) Анализ устойчивости</p> <p>В) Анализ теплопередачи</p> <p>Г) Анализ акустики</p> <p>Д) Анализ аэроупругости</p> <p>Е) Оптимизации конструкций</p>
19.	Укажите виды анализа, которые можно провести с использованием универсальных программ анализа	<p><b>все</b></p> <p>А) Анализ высоконелинейных быстротекущих динамических процессов</p> <p>Б) Комплексный нелинейный анализ конструкций и решение сложных задач термпрочности</p> <p>В) Методы анализа ресурса и долговечности</p> <p>Г) Газо- и гидродинамический анализ</p> <p>Д) Частотный анализ</p>
20.	Укажите отрасли промышленности, где необходимо использование универсальных программ анализа	<p>А) Машиностроение</p> <p>Б) Судостроение</p> <p>В) Аэрокосмическая промышленность</p> <p>Д) Электротехническая промышленность</p>
21.	<p>Установите соответствие между специализированной системой анализа и фирмой-разработчиком</p> <p>1) Euler</p> <p>2) SuperForge</p> <p>3) ПОЛИГОН</p> <p>4) FORGE</p> <p>5) APM WinMachine</p>	<p>1) Автомеханика</p> <p>2) фирма MSC</p> <p>3) ЦНИИ материалов</p> <p>4) компания TRANVALOR</p> <p>5) НТЦ АПМ</p>
22.	Для каких целей предназначены конечные элементы в системах инженерного анализа?	<p>А) Предназначены для формализации задач в двумерной (2D) или трехмерной (3D) постановке</p>

23.	Верно ли утверждение, что чем шире набор и функциональные свойства конечных элементов, тем большими возможностями обладает программный комплекс инженерного анализа.	А) Да
24.	Укажите верную последовательность работы программ инженерного анализа	1) Разработка трехмерной геометрической модели конструкции 2) Задание характеристик материалов элементов конструкции 3) Разбиение конструкции на конечные элементы 4) Задание граничных условий 5) Расчет конструкции 6) Анализ результатов расчета
25.	Установите соответствие между типом модели и ее описанием на этапе препроцессорной подготовки при решении задач инженерного анализа  1) Геометрическая модель 2) Расчетная модель 3) Сеточная модель	1) Модель машиностроительного изделия в целом или его детали 2) Упрощенная геометрическая модель, которая используется для анализа 3) Модель, представляющая собой совокупность узлов и элементов, которая натягивается на расчетную модель
26.	Какие способы генерации сетки имеются в универсальных программах инженерного анализа?	А) Метод экструзии Б) Метод создания упорядоченной сетки В) Метод создания произвольной сетки Г) Метод адаптивного построения
27.	Возможны ли в универсальных программах инженерного анализа модификация сеточной модели и контроль ее качества?	А) Да
28.	Какие существуют режимы модификации и контроля сеточной модели в универсальных программах инженерного анализа?	А) Интерактивный режим Б) Пакетный режим
29.	Как называется программа, которая ассемблирует (собирает) модели отдельных конечных элементов в общую систему алгебраических уравнений и решает эту систему одним из методов разреженных матриц в ходе инженерного анализа?	А) Решатель
30.	Какова основная функция постпроцессора в программах инженерного анализа?	А) Служит для визуализации результатов решения в удобной для пользователя форме

31.	В каком виде могут быть представлены результаты инженерного анализа?	<p><b><u>все</u></b></p> <p>А) В виде цветных изображений моделей, в которых палитра цветов или интенсивность свечения характеризуют значения фазовой переменной</p> <p>Б) В виде графика по узлам модели</p> <p>В) В виде анимации исследуемого объекта</p> <p>Г) В виде листинга результатов</p>
32.	Укажите преимущества использования модуля T-Flex Анализ в комплексе T-Flex?	<p><b><u>все</u></b></p> <p>А) Отсутствуют затраты времени на повторный ввод информации об изделии в систему конечно-элементного анализа (CAE) с помощью редактора CAE системы</p> <p>Б) Модель передается из T-FLEX CAD 3D в систему конечно-элементного анализа максимально точно, отсутствуют возможные погрешности экспорта-импорта моделей через универсальные обменные форматы или погрешности повторного ручного ввода</p> <p>В) За счёт прямой программной интеграции сохраняется ассоциативная связь расчётной математической модели и электронной объемной модели изделия</p> <p>Г) Поддержка различных видов расчетов</p>
33.	<p>Установите соответствие между модулем системы T-Flex Анализ и его назначением.</p> <p>1) Статический анализ</p> <p>2) Частотный анализ</p> <p>3) Анализ устойчивости</p> <p>4) Тепловой анализ</p>	<p>1) Позволяет осуществлять расчёт напряжённого состояния конструкций под действием приложенных к системе постоянных во времени сил</p> <p>2) Позволяет осуществлять расчёт собственных (резонансных) частот конструкции и соответствующих форм колебаний</p> <p>3) Используется при проектировании конструкций, эксплуатация которых предполагает продолжительное воздействие различных по интенсивности нагрузок</p> <p>4) Обеспечивает возможность оценки температурного поведения изделия под действием источников тепла и излучения</p>
34.	Какие типы тетраэдральных конечных элементов используются в системе T-Flex Анализ?	<p>А) Четырёхузловой тетраэдральный элемент</p> <p>В) Десятиузловой тетраэдральный элемент</p>

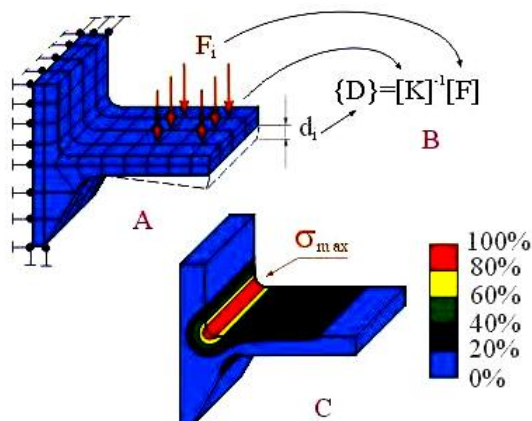
35.	<p>Установите соответствие изображения тетраэдрального конечного элемента системы T-Flex Анализ и его назначения.</p>  <p>1)</p> <p>2)</p>	<p>1) Конечный элемент, обеспечивающий более высокий порядок аппроксимации – квадратичную аппроксимацию, и лучше аппроксимирующие криволинейные границы</p> <p>2) Конечный элемент, обеспечивающий линейную аппроксимацию искомой функции (например, перемещений или температуры) в пределах объема КЭ</p>
36.	<p>Установите соответствие между наименованием основных частей программы T-Flex Анализ и их назначением.</p> <p>1) Препроцессор T-Flex Анализ</p> <p>2) Процессор T-Flex Анализ</p> <p>3) Постпроцессор T-Flex Анализ</p>	<p>1) Позволяет генерировать сетки из конечных элементов, управлять опциями параметров сетки, задавать граничные условия</p> <p>2) Осуществляет генерацию расчётных систем уравнений и их решение</p> <p>3) Позволяет пользователю после завершения расчётов осуществить всестороннее изучение полученных результатов</p>
37.	Верно ли утверждение что с помощью программы T-Flex Анализ возможно создание трехмерной твердотельной модели изделия?	А) Нет, утверждение не верно
38.	Укажите модули инженерного анализа интегрированного комплекса T-Flex.	А) T-Flex Анализ
39.	Среди перечисленных программ анализа укажите программы анализа систем управления	<p>А) Simulink</p> <p>Б) MATRIX</p> <p>В) VisSim</p>

40.	Укажите достоинства программ инженерного анализа.	<p>А) Позволяют смоделировать условия, в которых создаваемый объект должен функционировать</p> <p>Б) Позволяют получить объективную оценку показателей, характеризующих качество и технические возможности будущего изделия при взаимодействии с окружающей средой и от воздействия внешних и внутренних факторов среды и объекта</p> <p>В) Позволяют исключить натуральные испытания при создании сложных устройств</p>
-----	---	--



## Задания с рисунками

На какой из этапов конечно-элементного анализа тратится больше всего времени конструктором?



- ☐ A. Создание конечно-элементной модели.  
☐ B. Решение системы уравнений МКЭ.  
☐ C. Анализ результатов.

Какое минимальное число четырехгранных элементов могут сформировать куб?

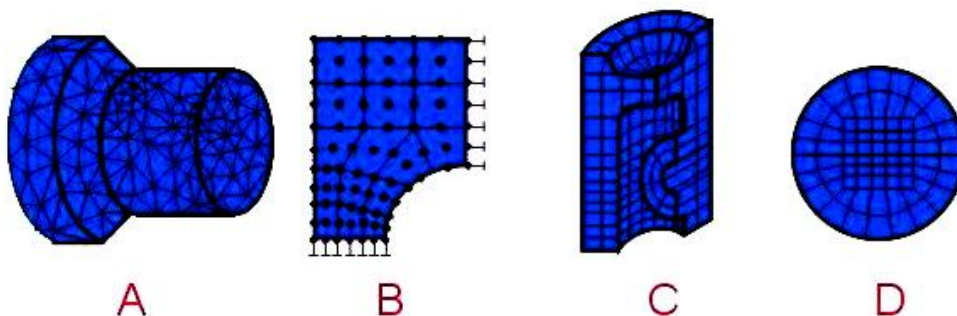


- ☐ A. 3  
☐ D. 6

- ☐ B. 4  
☐ E. 8

- ☐ C. 5  
☐ F. 10

Какая из моделей является примером построения произвольной сетки?



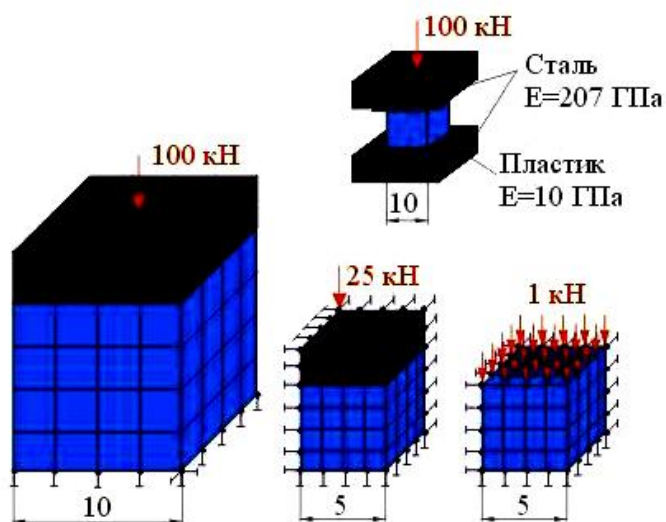
☐ A.

☐ B.

☐ C.

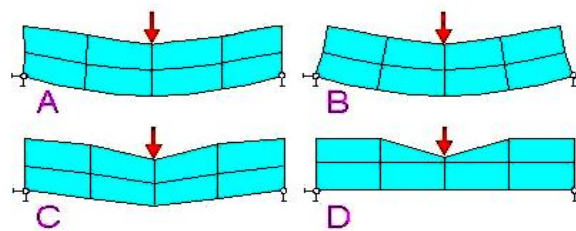
☐ D.

Куб был сжат до пластической деформации.  
 Выберите лучшую конечно-элементную модель для нелинейного анализа.



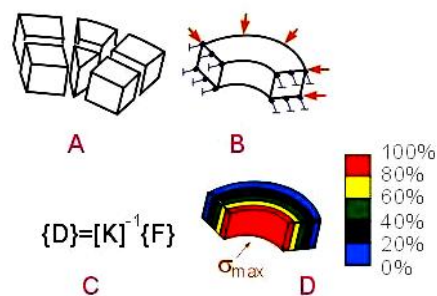
- ☐ A. ☐ B. ☐ C.

Представлена плоскостная 8-узловая конечно-элементная модель. Какова деформированная форма балки?



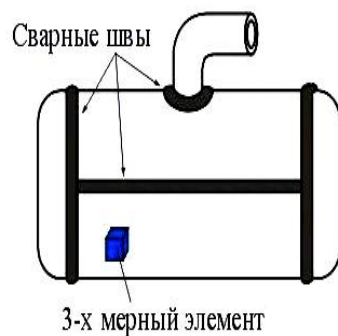
- ☐ A. ☐ B. ☐ C. ☐ D.

Что более важно для правильного анализа по методу конечных элементов?



- ☐ A. Иметь хорошую программу для автоматического разделения сеткой.
- ☐ B. Знать как установить граничные условия по нагрузкам и перемещениям.
- ☐ C. Иметь быструю программу для математического решения задачи.
- ☐ D. Иметь хороший постпроцессор (программу для визуализации результатов).

Производится анализ термических напряжений металлических частей сварного теплообменника.  
Сколько переменных в узле?



☐ A. 1

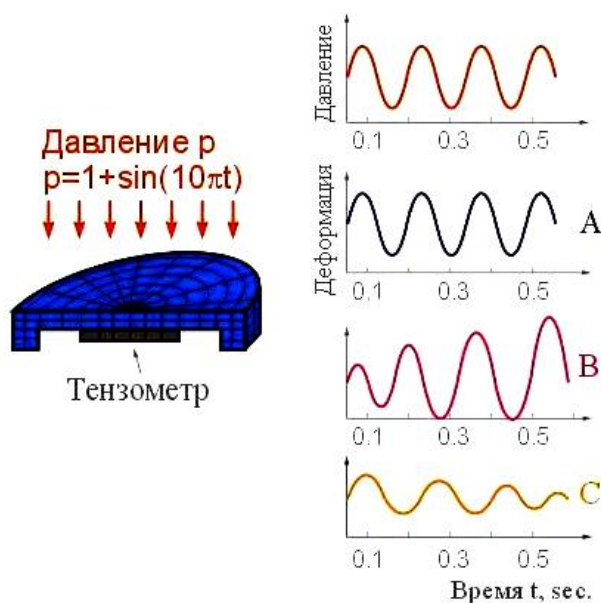
☐ B. 3

☐ C. 4

☐ D. 6

☐ E. 7

Мембрана тензомера загружена переменным давлением.  
Какова деформация в тензомере, если конечно-элементный анализ показывает, что собственная частота мембраны равна 5?



Необходимо ли включить турбулентность в вычислительную модель, если число Рейнольдса  $Re$  равно примерно 2000?

$$Re = LU/\nu$$

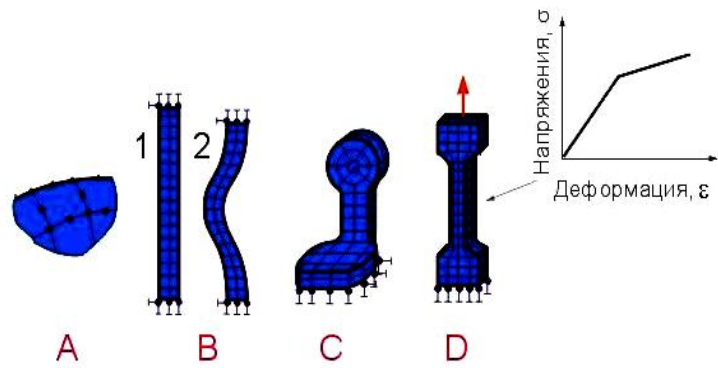
$\nu$  кинематическая вязкость текучей среды;  
 $L$  и  $U$  характерная длина и скорость для потока.

☐ A. Нет.

☐ B. Да.

☐ C. Да. Турбулентная модель может быть включена во все модели потока текучей среды.

Какая задача требует геометрически нелинейного решения с помощью конечно-элементного анализа (FEA)?



- 
- ☐ A. Если форма элементов нелинейная.
  - ☐ B. Если есть большая деформация, которая требует повторного разделения сеткой, после решения.
  - ☐ C. Если нет симметрии в геометрической модели.
  - ☐ D. Если есть пластическая деформация части структуры.
-

**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 %	3 балл
>74% , но <87 %	5 баллов
>87 %	7 баллов