МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.03 «Компьютерное моделирование нефтегазового оборудования»

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль)	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий
Выпускающая кафедра	кафедра "Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств"
Кафедра-разработчик	кафедра "Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Самара 2026

Б1.В.01.03 «Компьютерное моделирование нефтегазового оборудования»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **15.03.02 Технологические машины и оборудование**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 1170 от 20.10.2015 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат физико-математических наук	М.В Петровская
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)
Заведующий кафедрой	И.Д. Ибатуллин, доктор технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	А.Ю Чуркина, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	С.Б. Коныгин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 8
4.3 Содержание практических занятий 13
4.4. Содержание самостоятельной работы 14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 17
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 18
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 18
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 20
9. Методические материалы 20
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации	ПК-1.5 Знает основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	Владеть практическими навыками контроля выполнения проектов, включая проверку документации и соответствие выполненным работам требованиям нормативов.
			Знать основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли
			Уметь разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **вариативная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Производственная практика: проектно-технологическая практика; Учебная практика: ознакомительная практика; Учебная практика: проектная практика	Конструирование и расчет сосудов и аппаратов нефтегазовых промыслов, работающих под давлением; Опытно-конструкторские работы и патентоведение в области нефтепромыслового оборудования; Основы расчета колебаний динамического оборудования нефтяных и газовых промыслов; Производственная практика: проектно-технологическая практика	Конструирование и расчет машин и оборудования нефтегазовых промыслов; Основы автоматизации процессов промысловой подготовки нефти и газа; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Системы управления в нефтегазовой промышленности

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества

академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	96	32	64
Лекции	32	16	16
Практические занятия	16	16	0
Лабораторные работы	48	0	48
Внеаудиторная контактная работа, КСР	6	2	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	78	38	40
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	20	8	12
подготовка к зачету	8	8	0
подготовка к практическим занятиям	16	16	0
составление конспектов	18	6	12
подготовка к лабораторным работам	16	0	16
Контроль	36	0	36
Итого: час	216	72	144
Итого: з.е.	6	2	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	14	0	0	8	22
2	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	8	0	0	8	16
3	Система компьютерной алгебры MathCad	2	0	8	16	26
4	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	8	48	8	46	110
	КСР	0	0	0	0	6

	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	32	48	16	78	216

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Обзор современных математических методов моделирования	Основные принципы математического моделирования. Понятия модель и моделирование. Виды моделей. Множественность моделей. Задачи и функции моделей. Математические модели в научных исследованиях. Вычислительный эксперимент.	2
2	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Компьютерные технологии в научных исследованиях	Компьютерные технологии в теоретических исследованиях. Компьютерные технологии в экспериментальных исследованиях и моделировании. Обработка результатов исследований.	2
3	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	CAD, CAM, CAE – системы	Определение CAD/CAM/CAE-систем, их назначение. Классификация современных CAD/CAM/CAE-систем. CAD и CAE: интеграция и совместимость, обмен информацией, ассоциативность геометрической и технологической модели. Обзор популярных программных продуктов.	2
5	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Технологии ИИ и машинное обучение	Сильный и слабый искусственный интеллект. Теоретические основы технологий ИИ. Введение в машинное обучение и обработку данных. Постановка основных классов задач в машинном обучении: Обучение с учителем; регрессия и классификация; обучение без учителя; кластеризация, снижение размерности; обучение с подкреплением.	2
8	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	Аналитические и численные методы решения инженерных задач	Различия между численными и аналитическими методами. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Статистические расчёты и анализ данных.	2
9	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	3D-моделирование	Понятие 3D моделирования. Достоинства и недостатки. Основные этапы процесса создания трехмерной модели. Виды, принципы создания и использование 3D-моделей.	2
10	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	Теоретические основы моделирования методом конечных элементов	Основные понятия. Основные этапы практической реализации. Виды конечных элементов. Построение сетки конечных элементов. Граничные условия. Точность результатов.	2

11	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	Роль вычислительных методов в расчетах на прочность	Основные этапы численного исследования прочности конструкций: Построение физической модели. Построение математической модели. Метод исследования математической модели и анализ полученных результатов.	2
12	Система компьютерной алгебры MathCad	Введение в математические пакеты	Обзор математических пакетов Mathematica, Matlab, Maple. Основные приемы использования пакета Mathcad.	2
16	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Цифровые двойники	Цифровой двойник: концепция, уровни, связь с Интернетом вещей и роль численного и системного моделирования. Цифровой двойник насосной установки с использованием комплексной технологии (AnSys).	2
			Итого за семестр:	**20**
6 семестр				
4	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Имитационное моделирование	Основные термины и определения в области имитационного моделирования. Имитационные модели. Имитационные системы. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.	2
6	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Суперкомпьютерные технологии и ВПВ в нефтегазовой отрасли.	Понятия (определения) суперкомпьютера и суперкомпьютерных технологий. Мировые тенденции использования высокопроизводительных вычислений в нефтегазовом сервисе. Высокопроизводительные вычисления в России: объективные потребности и реальные возможности.	2
7	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Четвертая промышленная революция	Индустрия 4.0. Кардинальные и системные изменения. Технологические прорывы. Темпы развития. Широта и глубина. Системное воздействие.	2
13	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Обзор современных возможностей AnSys	Динамика и прочность. Теплопередача. Гидродинамика. Моделирование многофазных потоков. Системное моделирование – Цифровые двойники оборудования нефтегазовой отрасли. AnSys Mechanical, AnSys Fluent и CFX, AnSys Discovery Live, AnSys Twin Builder, AnSys Additive.	2
14	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Типы конечных элементов, назначение, особенности построения.	Основные понятия. Основные этапы практической реализации. Конечные элементы. Элементы типа стержень (LINK) и балка (BEAM). Оболочки (SHELL). Трехмерные твердотелые элементы типа Solid.Построение сетки конечных элементов. Граничные условия. Точность результатов.	2

15	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Аддитивные технологии и топологическая оптимизация	Топологическая оптимизации конструкций и изделий как современный метод проектирования, реализация в AnSys. Применение аддитивного производства для создания презентационных и функциональных моделей проектируемых изделий. Технологии быстрого прототипирования, практическое применение прототипов.	2
			Итого за семестр:	**12**
			Итого:	**32**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
6 семестр				
1	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет плоской стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS часть 1	Прямая генерация узлов и стержневых элементов типа LINK, задание линейных свойств материала, закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ результатов расчета, подбор оптимальной площади сечения стержней.	2
2	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет плоской стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS часть 2	Прямая генерация узлов и стержневых элементов типа LINK, задание линейных свойств материала, закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ результатов расчета, подбор оптимальной площади сечения стержней.	2
3	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет пространственной стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS. часть 1	Прямая генерация узлов и стержневых элементов типа LINK, задание скалярных параметров, моделирование канатов, задание свойств нескольких материалов, закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ результатов расчета. Запись, правка и запуск Log-файлов в системе ANSYS.	2
4	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет пространственной стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS. часть 2	Прямая генерация узлов и стержневых элементов типа LINK, задание скалярных параметров, моделирование канатов, задание свойств нескольких материалов, закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ результатов расчета. Запись, правка и запуск Log-файлов в системе ANSYS.	2

5	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Математическое моделирование балочных конструкций в системе ANSYS часть 1	Построение конструкции двумя способами: прямой генерацией узлов и балочных элементов типа Beam и моделирование геометрии конструкции с помощью точек и линий с последующим разбиением на элементы. Задание свойств балочных элементов, опция KEYOPT(9). Закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ и сравнение результатов расчета.	2
6	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Математическое моделирование балочных конструкций в системе ANSYS часть 2	Построение конструкции двумя способами: прямой генерацией узлов и балочных элементов типа Beam и моделирование геометрии конструкции с помощью точек и линий с последующим разбиением на элементы. Задание свойств балочных элементов, опция KEYOPT(9). Закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ и сравнение результатов расчета.	2
7	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет пространственной балочной конструкции Методом конечных элементов в системе ANSYS часть 1	Моделирование геометрии трехмерной конструкции с помо-щью точек и линий с последующим разбиением на элементы. Поворот поперечного сечения балки в пространстве Задание свойств балочных элементов. Закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ и сравнение результатов расчета.	2
8	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет пространственной балочной конструкции Методом конечных элементов в системе ANSYS часть 2	Моделирование геометрии трехмерной конструкции с помо-щью точек и линий с последующим разбиением на элементы. Поворот поперечного сечения балки в пространстве Задание свойств балочных элементов. Закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ и сравнение результатов расчета.	2
9	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование уголкового кронштейна в системе ANSYS часть 1	Моделирование геометрии плоской конструкции методом «снизу вверх». Генерация свободной сетки и методы построения распределенной конечноэлементной сетки. Проверка правильность дискретизации. Закрепление по линии, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Нанесение величины эквивалентного напряжения на эпюру и сохранение изображение в виде файла.	2

10	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование уголкового кронштейна в системе ANSYS часть 2	Моделирование геометрии плоской конструкции методом «снизу вверх». Генерация свободной сетки и методы построения распределенной конечноэлементной сетки. Проверка правильность дискретизации. Закрепление по линии, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Нанесение величины эквивалентного напряжения на эпюру и сохранение изображение в виде файла.	2
11	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	3D статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением часть 1	Моделирование геометрии объемной тонкостенной конструкции методом экструзии вокруг оси. Задание свойств оболочечного элемента типа SHELL. Генерация распределенной конечноэлементной сетки. Закрепление в узлах с использованием меню Select, задание нагрузки в виде давле-ния и расчет на прочность. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде таблицы и графического изображения.	2
12	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	3D статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением часть 2	Моделирование геометрии объемной тонкостенной конструкции методом экструзии вокруг оси. Задание свойств оболочечного элемента типа SHELL. Генерация распределенной конечноэлементной сетки. Закрепление в узлах с использованием меню Select, задание нагрузки в виде давле-ния и расчет на прочность. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде таблицы и графического изображения.	2
13	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	2D осе-симметричный статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением часть 1	Моделирование геометрии профиля вращения тонкостенной конструкции. Задание свойств 2-D осесимметричного оболочечного элемента типа SHELL. Разбиение на элементы. Закрепление в узле, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде таблицы и графического изображения.	2
14	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	2D осе-симметричный статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением часть 2	Моделирование геометрии профиля вращения тонкостенной конструкции. Задание свойств 2-D осесимметричного оболочечного элемента типа SHELL. Разбиение на элементы. Закрепление в узле, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде таблицы и графического изображения.	2

15	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Врезка патрубков в трубу под давлением часть 1	Моделирование части (половины) геометрии симметричной объемной тонкостенной конструкции методом экструзии вдоль линии. Задание свойств материала по билинейному закону. Задание свойств элемента с помощью меню Sections. Генерация распределенной конечноэлементной сетки. Симметричное закрепление по линии сечения, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде графического изображения.	2
16	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Врезка патрубков в трубу под давлением часть 2	Моделирование части (половины) геометрии симметричной объемной тонкостенной конструкции методом экструзии вдоль линии. Задание свойств материала по билинейному закону. Задание свойств элемента с помощью меню Sections. Генерация распределенной конечноэлементной сетки. Симметричное закрепление по линии сечения, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде графического изображения.	2
17	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование допустимой нагрузки на скобу часть 1	Моделирование геометрии объемной тонкостенной кон-струк-ции методом экструзии вдоль линии. Задание свойств материала по билинейному закону. Генерация распределенной конечно-элементной сетки. Закрепление, задание нагрузки в виде давления с использованием меню Select. Задание параметров решателя с помощью меню Sol’n Controls и расчет на прочность. Анализ результатов расчета.	2
18	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование допустимой нагрузки на скобу часть 2	Моделирование геометрии объемной тонкостенной кон-струк-ции методом экструзии вдоль линии. Задание свойств материала по билинейному закону. Генерация распределенной конечно-элементной сетки. Закрепление, задание нагрузки в виде давления с использованием меню Select. Задание параметров решателя с помощью меню Sol’n Controls и расчет на прочность. Анализ результатов расчета.	2

19	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование резервуара типа РВС 2000 часть 1	Моделирование геометрии сложной объемной конструкции, состоящей из элементов типа Beam и SHELL. Задание свойств поперечных сечений балок. Генерация распределенной конечно-элементной сетки. Метод расчета конструкции с помощью нескольких шагов нагружения: в виде гравитации, градиента давления на боковые стенки и давления на крышу резервуара от снеговой нагрузки. Методика приложения нагрузки в виде градиента давления. Анализ результатов расчета.	2
20	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование резервуара типа РВС 2000 часть 2	Моделирование геометрии сложной объемной конструкции, состоящей из элементов типа Beam и SHELL. Задание свойств поперечных сечений балок. Генерация распределенной конечно-элементной сетки. Метод расчета конструкции с помощью нескольких шагов нагружения: в виде гравитации, градиента давления на боковые стенки и давления на крышу резервуара от снеговой нагрузки. Методика приложения нагрузки в виде градиента давления. Анализ результатов расчета.	2
21	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование резервуара типа РВС 2000 часть 3	Моделирование геометрии сложной объемной конструкции, состоящей из элементов типа Beam и SHELL. Задание свойств поперечных сечений балок. Генерация распределенной конечно-элементной сетки. Метод расчета конструкции с помощью нескольких шагов нагружения: в виде гравитации, градиента давления на боковые стенки и давления на крышу резервуара от снеговой нагрузки. Методика приложения нагрузки в виде градиента давления. Анализ результатов расчета.	2
22	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование контактной задачи в программе Ansys часть 1	Моделирование геометрии профиля вращения объемной конструкции. Создание конечно-элементная сеточная модели. Определение контактных пар. Задание целевой и контактной поверхности. Константы контактных элементов и опции контакта. «Связывание» узлов конечно-элементной модели. Закрепление, нагружение и расчет. Настройка опций объемного изображения результатов решения осесимметричной задачи	2

23	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Моделирование контактной задачи в программе Ansys часть 2	Моделирование геометрии профиля вращения объемной конструкции. Создание конечно-элементная сеточная модели. Определение контактных пар. Задание целевой и контактной поверхности. Константы контактных элементов и опции контакта. «Связывание» узлов конечно-элементной модели. Закрепление, нагружение и расчет. Настройка опций объемного изображения результатов решения осесимметричной задачи	2
24	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет устойчивости оболочки в виде усеченного конуса под действием внешнего давления часть 1	Моделирование геометрии профиля вращения объемной конструкции. Создание конечно-элементной сеточной модели. Линейный статический анализ (первый этап). Анализ начальной устойчивости (второй этап). Определение критической нагрузки. Анализ результатов. Отображение форм потери устойчивости.	2
			Итого за семестр:	**48**
			Итого:	**48**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Система компьютерной алгебры MathCad	Основы работы с MathCAD	Простейшие вычисления. Панель Калькулятор. Текстовые блоки и набор текста. Определение функций. Функции встроенные и определенные пользователем. Операторы - символы арифметических и логических операций, знаки вычисления сумм, произведений, производной и интеграла и т.п. Создание матриц и основные операции с ними.	2
2	Система компьютерной алгебры MathCad	Численные методы решения нелинейных урав-нений (MathCAD)	Виды нелинейных уравнений. Табличный способ отделения корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод Ньютона. Метод секущих. Встроенные функции системы MathCAD: root, Find и Minerr.	2
3	Система компьютерной алгебры MathCad	Методы решения обыкновенных дифференциаль-ных уравнений (MathCAD).	Задача Коши и краевая задача. Одношаговые методы ре-шения задачи Коши: метод Эйлера (первого и второго порядка) и методы Рунге–Кутта. Погрешность решения и вы-бор шага. Краевая задача и метод стрельбы. Встроенные функции системы MathCAD: rkfixed. odesolve, rkadapt, Bulstoer, Stiffb и Stiffr.	2

4	Система компьютерной алгебры MathCad	Расчет распределения температуры T(x,y) на тонкой квадратной пластине в MathCAD	Формирование равномерной расчетной сетки. Задание нелинейных температурных условий на границах пластины. Задание коэффициентов дифференциального уравнения теплопроводности. Решение уравнения с помощью встроен-ной функции relax. Вывод распределения температуры по пластине в табличном и графическом видах.	2
5	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Тема 1. Построение модели тонкостенной конструкции в КОМПАС-3D и экспорт/импорт геометрии из КОМПАС-3D в ANSYS с последующим расчетом на прочность.	Создание нового файла детали. Система координат, плос-кости проекций. Графические примитивы и работа с ними. Кнопки инструментальной панели. Подготовительные операции для экспорта модели в ANSYS. Импорт тонкостенной конструкции в ANSYS с помощью формата IGES. Проверка и доработка импортированной геометрии. Разбиение на элементы. Создание расчетной сетки и проведение прочностного анализа.	2
6	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Построение объемной твердотельной модели в КОМПАС-3D и экспорт/импорт геометрии из КОМПАС-3D в ANSYS с последующей генерацией конечноэлементной сетки.	Создание трехмерной модели шестерни с использованием технологии вычерчивания профиля зуба. Дополнительные конструктивные элементы: скругление, фаска. Операции выдавливания. Подготовительные операции для экспорта модели в ANSYS. Импорт объемной твердотельной модели в ANSYS с помощью формата IGES. Проверка и доработка импортированной геометрии. Генерация свободной сетки и методы построения распределенной конечноэлементной сетки.	2
7	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа.	Определение собственных частот и форм (мод) собственных колебаний балочных, тонкостенных и твердотельных конструкций. Определение вынужденных колебаний конструкций под действием периодической нагрузки, изменяющейся во времени по гармоническому закону.	2
8	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Расчет распределения температуры T(x,y) на тонкой квадратной пластине в ANSYS	Формирование расчетной области. Задание нелинейных температурных условий на границах пластины. Задание свойств материала пластины для теплового расчета. Решение тепловой задачи. Вывод распределения температуры по пластине в табличном и графическом видах. Сравнение ре-зультатов расчета в системах ANSYS и MathCAD.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Подготовка к зачету	Концепция информационной поддержки жизненного цикла изделий (CALS/ИПИ). Компьютерные технологии в научных исследованиях. Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли. Облачные вычисления. Аддитивные технологии. Имитационное моделирование.Компьютерное моделирование и автоматизация технологических процессов производства.	2
Математические модели и численные методы в проектировании НГО	Подготовка к зачету	Роль вычислительных методов в расчетах на прочность. Основные этапы численного исследования прочности конструкций: Построение физической модели. Построение математической модели. Метод исследования математической модели и анализ полученных результатов.	2
Система компьютерной алгебры MathCad	Самостоятельное изучение материала, составление конспектов	Числовые характеристики случайных величин. Числовые характеристики выборки. Гистограммы (MathCAD). Чтение и запись данных в MathCAD. Вариационный ряд. Нахождение среднего выборки и среднеквадратичного отклонения. Построение гистограммы. Аппроксимация распределения статистических данных аналитической функцией.	6
Система компьютерной алгебры MathCad	Подготовка к зачету	Основы работы с MathCAD. Численные методы решения нелинейных уравнений. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	2
Система компьютерной алгебры MathCad	Подготовка к практическим занятиям	Дидактические единицы указаны в разделе 4.3	8
Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Подготовка к практическим занятиям	Дидактические единицы указаны в разделе 4.3	8

Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	выполнение задач, заданий, упражнений (Индивидуальное домашнее задание)	Расчет плоской стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS Прямая генерация узлов и стержневых элементов типа LINK, задание линейных свойств материала, закрепление, нагружение сосредоточенной силой и расчет на прочность. Анализ результатов расчета.	8
Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Подготовка к зачету	Применения современных CAD/CAE-систем для инженерных расчетов. Функциональные возможности CAD/CAE-систем по обмену геометрическими моделями и чертежами. Применение системы ANSYS/FLOTRAN к решению гидрогазодинамических задач. Применимость программного обеспечения ANSYS при расчетах конструкций на сейсмические воздействия	2
		Итого за семестр:	**38**
		6 семестр	
Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	Самостоятельное изучение материала, составление конспектов	Компьютерное моделирование и автоматизация тех-нологических процессов производства. Моделирование процессов изготовления деталей из полимеров. Моделирование процессов литья деталей из металлов и сплавов. Моделирование процессов обработки металлов давлением. Моделирование механической обработки.	6
Математические модели и численные методы в проектировании НГО	Самостоятельное изучение материала, составление конспектов	Средства трехмерного моделирования Преимущества 3D-моделей. Методы трехмерного моделирования: каркасное (проволочное) моделирование; поверхностное (полигональное) моделирование; твердотельное (сплошное, объемное) моделирование.	6
Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	Подготовка к лабораторным занятиям	Дидактические единицы указаны в разделе 4.2	16

Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	выполнение задач, заданий, упражнений (Индивидуальное домашнее задание)	Статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением, в системе ANSYS Моделирование геометрии объемной тонкостенной конструкции методом экструзии вокруг оси. Задание свойств оболочечного элемента типа SHELL. Генерация распределенной конечно-элементной сетки. Закрепление в узлах с использованием меню Select, задание нагрузки в виде давления и расчет на прочность. Анализ результатов расчета.	12
		Итого за семестр:	**40**
		Итого:	**78**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Бруяка, В.А. Компьютерное моделирование методом конечных элементов : учебное пособие / В. А. Бруяка, И. Е. Адеянов, Д. С. Горяинов; Самарский государственный технический университет, Механика.- Самара, 2023.- 68 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5946	Электронный ресурс
2	Компьютерное моделирование в нефтегазовом деле: учебное пособие / Деева В.С., Томский политехнический университет: 2018.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||98984	Электронный ресурс
3	Основы расчетов статической прочности конструкций в ANSYS Mechanical: учебное пособие / Панфилов И.А., Донской государственный технический университет: 2024.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||150063	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
4	Берлинер, Э.М. САПР технолога машиностроителя : учеб. / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов.- М, Форум, 2017М., Инфра-М.- 325 с.	Книжный фонд
5	Гаспарова, Л.Б. Использование метода конечных элементов при проектировании технологического оборудования : учеб. пособие / Л. Б. Гаспарова, О. Ю. Казакова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2011.- 120 с.	Книжный фонд
6	Гидродинамическое моделирование течений в проточной части лопастных насосов с использованием программного пакета Ansys Fluent: учебное пособие / Свобода Д.Г., Жарковский А.А., Иванов Е.А., Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого: 2022.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||128640	Электронный ресурс
7	Горелов, В.Н. Проектирование деталей машин с использованием программного комплекса ANSYS : учеб.-метод.пособие / В. Н. Горелов, А. Н. Лукьянова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2011.- 69 с.	Книжный фонд

Учебно-методическое обеспечение		
8	Казакова, О.Ю. Основы вычислений в Mathcad : лабораторный практикум / О. Ю. Казакова; Самар.гос.техн.ун-т, Технология машиностроения, станки и инструменты.- Самара, 2019.- 56 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||3517	Электронный ресурс
9	Кантария, С.Н. Механическая панель инструментов АНСИС : учеб.-метод. пособие / С. Н. Кантария; Самар.гос.техн.ун-т, Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.- Самара, 2008.- 56 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2061	Электронный ресурс
10	Конструирование и расчет нефтегазовых сосудов и аппаратов, работающих под давлением : лабораторный практикум / Д. А. Крючков [и др.]; Самарский государственный технический университет, Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств.- Самара, 2024.- 48 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||6156	Электронный ресурс
11	Конструирование и расчет оборудования отрасли : лаборатор. практикум / С. Б. Коныгин [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2015.- 85 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1865	Электронный ресурс
12	Крючков, Д.А. Конструирование и расчет оборудования отрасли : метод. указания / Д. А. Крючков, С. В. Иваняков, С. Б. Коныгин; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2015.- 28 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1864	Электронный ресурс
13	Лукьянова, А.Н. Моделирование контактного взаимодействия деталей : учеб. пособие / А. Н. Лукьянова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2012.- 86 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	ANSYS	ANSYS, Inc. (Зарубежный)	Лицензионное
2	Компас 3D	ЗАО «Аскон» (Отечественный)	Лицензионное
3	MathCad	PTC, Inc (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	"Электронный журнал Нефтегазовое дело"	http://ogbus.ru	Ресурсы открытого доступа
2	Журнал "Нефтегазовая вертикаль"	http://www.ngv.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	Материалы по строительству и машиностроению. Нормативная документация, литература по САПР, AutoCAD и по соответствующим темам	http://dwg.ru/dnl/	Ресурсы открытого доступа
4	Клуб пользователей ANSYS	http://www.cae-club.ru/	Ресурсы открытого доступа
5	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
6	Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина	http://elib.gubkin.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
7	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
8	сайт кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств» ФГБОУ ВПО «СамГТУ»	http://monhp.samgtu.ru	Ресурсы открытого доступа
9	Журнал Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».	http://vestnik-teh.samgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
10	КОМПАС-3D	http://ascon.ru/	Ресурсы открытого доступа
11	сайт журнала "ANSYS Advantage. Русская редакция"	http://www.ansyssolutions.ru/	Ресурсы открытого доступа
12	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
13	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
14	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления

образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук)).

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения:
-компьютерный класс на 12 посадочных мест;
-ПО общего назначения;
-презентационная техника (проектор, экран, компьютер),
-специализированное ПО: программный комплекс ANSYS; CAD-система КОМПАС-3D; система компьютерной алгебры MathCad.

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используются аудитория № 4/1, оснащенная следующим оборудованием:
-компьютерный класс на 12 посадочных мест;
-ПО общего назначения;
-презентационная техника (проектор, экран, компьютер),
-специализированное ПО: программный комплекс ANSYS; CAD-система КОМПАС-3D; система компьютерной алгебры MathCad.:

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интеренет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:
- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание,

анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий,

требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.03 «Компьютерное моделирование нефтегазового оборудования»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.03 «Компьютерное моделирование нефтегазового оборудования»

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль)	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Институт нефтегазовых технологий
Выпускающая кафедра	кафедра "Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств"
Кафедра-разработчик	кафедра "Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации	ПК-1.5 Знает основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	Владеть практическими навыками контроля выполнения проектов, включая проверку документации и соответствие выполненным работам требованиям нормативов.
			Знать основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли
			Уметь разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли				
ПК-1.5 Знает основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	**Уметь** разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Владеть практическими навыками контроля выполнения проектов, включая проверку документации и соответствие выполненным работам требованиям нормативов.	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да

	Знать основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
Математические модели и численные методы в проектировании НГО				
ПК-1.5 Знает основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	**Знать** основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Владеть практическими навыками контроля выполнения проектов, включая проверку документации и соответствие выполненным работам требованиям нормативов.	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Уметь разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
Система компьютерной алгебры MathCad				
ПК-1.5 Знает основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	**Владеть** практическими навыками контроля выполнения проектов, включая проверку документации и соответствие выполненным работам требованиям нормативов.	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Уметь разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Знать основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS				
ПК-1.5 Знает основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	**Знать** основные законы и принципы расчета оборудования нефтегазовой отрасли	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Уметь разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да
	Владеть практическими навыками контроля выполнения проектов, включая проверку документации и соответствие выполненным работам требованиям нормативов.	Собеседование (устный опрос на практических и лабораторных занятиях) Экзамен, Зачет	Да	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Семестр 5

Примерные вопросы для подготовки к практическим занятиям

Практическое занятие №1. Построение модели тонкостенной конструкции в КОМПАС-3D и экспорт/импорт геометрии из КОМПАС-3D в ANSYS с последующим расчетом на прочность.

1. Как создать новый файл детали.
2. Системы координат, плоскости проекций.

Практическое занятие №2. Построение объемной твердотельной модели в КОМПАС-3D и экспорт/импорт геометрии из КОМПАС-3D в ANSYS с последующей генерацией конечноэлементной сетки.

1. Как создать трехмерную модель.
2. Генерация свободной и методы построения распределенной конечноэлементной сеток.

Практическое занятие №3. Основы работы с MathCAD 13.

1. Арифметические и логические операций.

Практическое занятие №4. Численные методы решения нелинейных уравнений (MathCAD).

1. Виды нелинейных уравнений.
2. Табличный способ отделения корней.
3. Метод половинного деления.
4. Метод хорд.
5. Метод Ньютона.
6. Метод секущих.

Практическое занятие №5. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (MathCAD).

1. Задача Коши и краевая задача.
2. Одношаговые методы решения задачи Коши: метод Эйлера (первого и второго порядка) и методы Рунге–Кутта.

Практическое занятие №6. Расчет распределения температуры T(x,y) на тонкой квадратной пластине в MathCAD.

1. Нелинейные температурные условия на границах пластины.
2. Задание коэффициентов дифференциального уравнения теплопроводности.

Практическое занятие №7. Расчет распределения температуры T(x,y) на тонкой квадратной пластине в ANSYS.

1. Нелинейные температурные условия на границах пластины.
2. Свойства материалов для теплового расчета.

Практическое занятие №8. Числовые характеристики случайных величин. Числовые характеристики выборки. Гистограммы (MathCAD).

1. Вариационный ряд.
2. Нахождение среднего выборки и среднеквадратичного отклонения.

Семестр 6

Примерные вопросы для подготовки к отчету по лабораторным работам

Лабораторная работа №1. Расчет плоской стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS

1. Основные свойства элементов типа Link 180.
2. Как расставляются узловые точки в пространстве?
3. Как построить элемент между узловыми точками с заданными свойствами?
4. Как задать свойства материала?
5. Как оптимизировать конструкцию для достижения близких напряжений во всех стержнях?

Лабораторная работа №2. Расчет пространственной стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS

1. Как расставляются узловые точки в трёхмерном пространстве?
2. Как построить оттяжки?
3. Как задать свойства материала для оттяжек?
4. Как задать гравитацию?
5. Запись результатов решения в Log файл. Назначение Log файлов.

Лабораторная работа №3. Математическое моделирование балочных конструкций в системе ANSYS

1. Основные свойства элемента Beam 188?
2. Как задаются геометрические свойства поперечного сечения балочного элемента?
3. В чем преимущество построения геометрической модели балочной конструкции, с последующим преобразованием её в конечно элементную, по сравнению с прямым созданием конечно элементной модели?

Лабораторная работа №4. Расчет пространственной балочной конструкции Методом конечных элементов в системе ANSYS

1. Чем отличаются элементы Beam от элементов типа Link?
2. Как задаются геометрические свойства поперечного сечения балочного элемента?
3. Как повернуть поперечное сечение балки в пространстве?

Лабораторная работа №5. Моделирование уголкового кронштейна в системе ANSYS

1. Основные свойства элемента Solid 182?
2. В чем особенности построения геометрии плоской конструкции методом «снизу вверх».
3. Генерация свободной сетки и методы построения распределенной конечноэлементной сетки.
4. Закрепление и задание нагрузки в виде давления.
5. Как нанести величины эквивалентного напряжения на эпюру и сохраненить изображение в виде файла?

Лабораторная работа №6. 3D статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением

1. Основные свойства элемента Shell 181.
2. Как производится нагружение тонкостенной конструкции?
3. Для чего используется пункт меню Sections?

4. Как задать свойства материала?
5. Каковы простейшие варианты закрепления модели?

Лабораторная работа №7. 2D осе-симметричный статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением

1. Основные свойства элемента Shell 208.
2. Как приложить давление к оболочечной конструкции?
3. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде таблицы.
4. Как настроить опций объемного изображения результатов решения осесимметричной задачи?

Лабораторная работа №8. Врезка патрубков в трубу под давлением

1. Моделирование геометрии симметричной объемной тонкостенной конструкции методом экструзии.
2. Как задать нелинейные свойства материала?
3. Задание нескольких свойств различных сечений с помощью меню Sections.
4. Генерация распределенной конечноэлементной сетки.
5. Просмотр величины эквивалентного напряжения в виде графического изображения.

Лабораторная работа №9. Моделирование допустимой нагрузки на скобу

1. Моделирование тонкостенной конструкции методом экструзии вдоль линии.
2. Задание свойств материала по билинейному закону.
3. Задание нагрузки в виде давления с использованием меню Select.
4. Задание параметров анализа с помощью меню Analysis Type.
5. Задание параметров решателя с помощью меню Sol'n Controls.

Лабораторная работа №10. Моделирование резервуара типа PBC 2000

1. Основные свойства элементов Beam 2 node 188.
2. Как задать свойства поперечных сечений балок с помощью меню Sections?
3. Как приложить нагрузку в виде гравитации и градиента давления?
4. Использование булевых операций при создании геометрии модели.
5. Как выполнить решение с помощью нескольких шагов нагружения.

Лабораторная работа №11. Моделирование контактной задачи в программе Ansys

6. Основные шаги моделирования контактной задачи в ANSYS.
7. Типы контактных пар.
8. Выбор CONTACT в контактной паре.
9. Выбор TARGET в контактной паре.
10. Опции контактных элементов.
11. Мастер контакта.
12. Константы и опции контактной пары.

. Примеры индивидуальных домашних заданий.

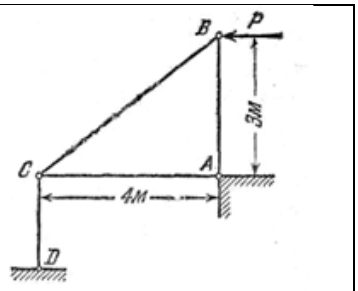
Задание №1 «Расчет плоской стержневой конструкции методом конечных элементов в системе ANSYS»

Студентам выдается индивидуальное задание, в котором предлагается найти напряжения, возникающие в стержневой конструкции, при известных свойствах материала, геометрии и нагрузках. Для решения поставленной задачи необходимо выполнить статический расчет конструкции в системе ANSYS.

Варианты заданий (примерные):

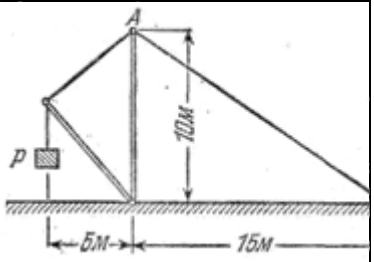
1-1. Сила P=10 т нагружает конструкцию, как указано на рисунке. Все стержни одинакового поперечного сечения, состоящего из двух равнобоких уголков 80x80x8. Определить напряжения в стержнях.

Ответ: σ_{AB} = 305 кг/см^2; σ_{AC} = 406 кг/см^2; σ_{BC} = — 509 кг/см^2; σ_{CD} = — 305 кг/см^2.



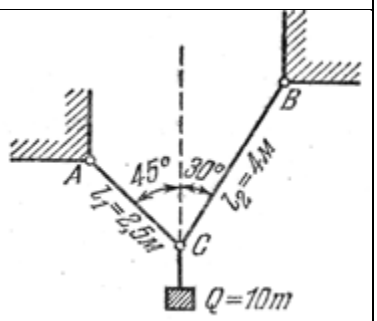
1-2. На рисунке представлен подъемный кран. Его оттяжка *AB* является тросом с поперечным сечением 500 *мм*^{2} Допускаемое напряжение для троса равно 800 кг/см^2, Какова грузоподъемность крана (величина максимального груза *P)* из условия прочности оттяжки?

Ответ: 6,67 т.



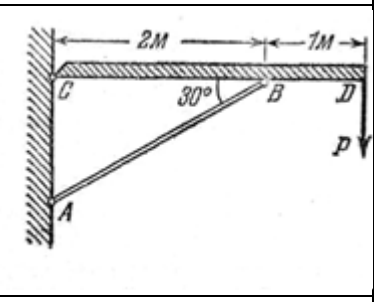
1-3. Груз *Q* подвешен к шарнирно-стержневой системе *ACB* (см. рис.). Стержень *AB* дуралюминовый, стержень *BC* стальной. Допускаемое напряжение для стали и дуралюмина принято одинаковым и равным [σ] ==1500 *кг/см*^{2}. Подобрать площади поперечных сечений стержней и найти горизонтальное и вертикальное перемещения точки C.

Ответ: F_{AC} = 3,46 см^2; F_{BC}= 4,88 см^2; $\Delta_{гор}$= 2,6 мм; $\Delta_{верт}$ = 5 мм.



1-4. Жесткий брус *CD,* деформацией которого можно пренебречь, нагружен, как указано на рисунке, и подкреплен деревянным подкосом *AB.* Было измерено опускание точки *D;* оно оказалось равным 3 *мм.* Чему равны напряжения в подкосе? Если поперечное сечение подкоса квадратное с размерами 20 x 20 *см,* то какова нагрузка *P?*

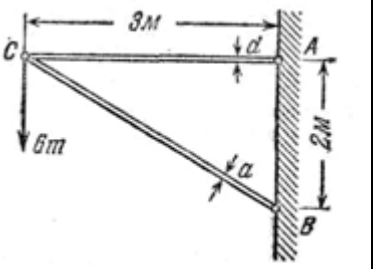
Ответ: σ = — 43,3 кг/см2; P = 5,78 т.



1-5. В изображенном на рисунке кронштейне стержень *AC* стальной, а стержень *BC* деревянный. Допускаемое напряжение для стали [$\sigma_с$]= *1600 кг/см*^{2}, для дерева [$\sigma_д$] = 40 *кг/см*^{2}. Подобрать диаметр *d* круглого сечения стального стержня и сторону *a* квадратного сечения деревянного и определить горизонтальное, вертикальное и полное смещение узла C.

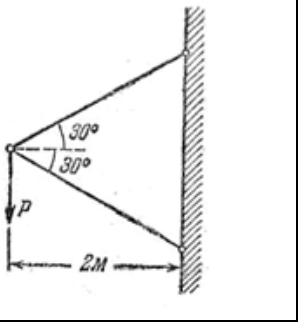
Ответ: d = 27 мм; a = 16,4 см;

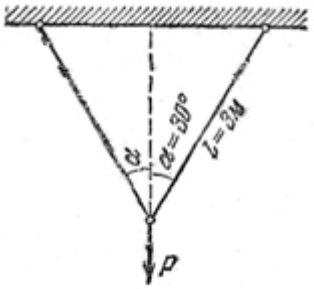
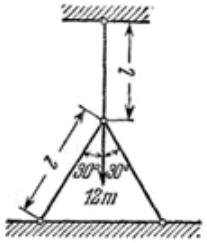
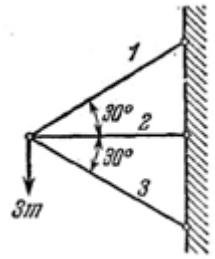
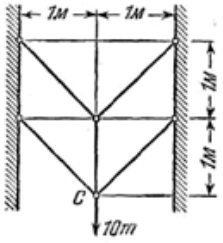
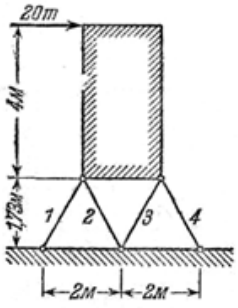
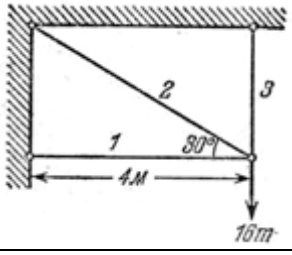
$\Delta_{гор}$ = 2,4 м; $\Delta_{верт}$ = 6,2 мм; Δ= 6,64 мм.



1-6. Силой *P* нагружен представленный на рисунке кронштейн. Оба стержня сильные. Верхний состоит из двух швеллеров № 12, нижний — из двутавра № 24. Допускаемое напряжение на растяжение принято равным *1600 кг/см*^{2}, а на сжатие — *1000 кг/см*^{2}. Определить наибольшую допустимую нагрузку *P* и вертикальное перемещение узла приложения нагрузки.

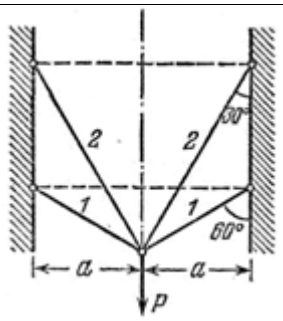
Ответ: P = 34,8 т; Δ = 2,70 мм.



1-7. К двум тягам одинакового поперечного сечения $F = 1\ см^2$, выполненным из одинакового материала с модулем $E = 10^6$ кг/см^2, подвешен груз P = 1 т (см. рисунок). Определить перемещение точки подвеса груза. Как изменится это перемещение, если угол $\alpha = 52°$? *Ответ:* 0,2 *см.* Увеличится в два раза.	
1-8. Три стержня, шарнирно скрепленные в одной точке (см. рисунок), имеют одинаковое поперечное сечение. Определить площадь поперечного сечения, принимая $[\sigma] = 1600\ кг/см^2$. *Ответ:* 3 $см^2$	
1-9. Три стержня кронштейна (см. рисунок) выполнены из одного материала. Сечение первого 2 $см^2$, второго 3 $см^2$ и третьего 4 $см^2$. Определить напряжения в стержнях. *Ответ:* $\sigma_1 = 1268\ кг/см^2$; $\sigma_2 = 268\ кг/см^2$; $\sigma_3 = -864\ кг/см^2$	
1-10. Определить опускание точки *C* системы из пяти стальных стержней одинакового поперечного сечения площадью 5 $см^2$ (см. рисунок). *Ответ:* 0,895 *мм.*	
1-11. Четыре стержня, поддерживающие жесткую конструкцию (см. рисунок), выполнены из одного материала и имеют одинаковые поперечные сечения площадью S = 25 $см^2$. Определить в них напряжения. *Ответ:* $\sigma_1 = 1330\ кг/см^2$; $\sigma_2 = 525\ кг/см^2$; $\sigma_3 = -525\ кг/см^2$; $\sigma_4 = -1330\ кг/см^2$.	
1-12. В изображенной на рисунке конструкции стержень *1* чугунный с $[\sigma_ч] = 800\ кг/см$-, стержень *2* медный с $[\sigma_м] = 600\ кг/см^2$ и стержень *3* стальной с $[\sigma_с] = 1200\ кг/см^2$. Площади поперечных сечений стержней / и *2* одинаковы, сечение же стержня *3* вдвое меньше. Подобрать сечения стержней. *Ответ:* $S_1 = S_2 = 24{,}6\ см^2$; $S_3 = 12{,}3\ см^2$.	

1-13. В изображенной на рисунке конструкции стержни *1* стальные с площадями сечений S_c = 10 *см*^{2}, а стержни *2* медные с площадями сечений $S_м$ = *20 см*^{2}. Допускаемые напряжения равны: для стали $[\sigma_c]$ = 1600 *кг/см*^{2}, для меди $[\sigma_м]$ = 600 *кг/см*^{2}. Определить наибольшую возможную нагрузку *P*.

Ответ: 32,8 т.



Задание №2 «Статический анализ оболочки, находящейся под внутренним давлением, в системе ANSYS»

Студентам выдается индивидуальное задание, в котором предлагается подобрать толщину оболочки или рассчитать возникающие напряжения, находящейся по действием гидростатического или избыточного газового давления, при известных свойствах материала и геометрии конструкции. Для решения поставленной задачи необходимо выполнить статический расчет оболочки в системе ANSYS.

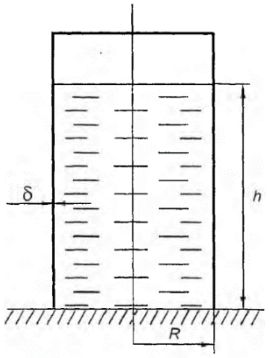
Варианты заданий (примерные):

1. Круговая цилиндрическая оболочка (рис. 10.11) радиуса *R* = 0,7 м и с толщиной δ = 0,001R заполнена жидкостью плотности ρ = 800 кг/м^3 до глубины *h*= 2,5 *R*. Определить запас прочности, если $\sigma_{0.2}$ = 70 МПа.

Ответ: n = 5,1

2. Круговая цилиндрическая оболочка (см. рис. 10.11) радиуса R = 0,5 м наддута давлением p_0 = 0,5 МПа. Определить ее толщину, если *[σ]* = 80 МПа.

Ответ: δ = 0,0275мм

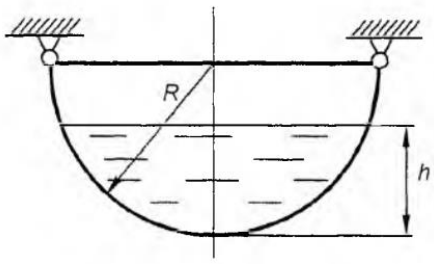


3. Полусферическая оболочка (рис. 10.12) диаметра D = 1,5 м заполнена жидкостью плотности ρ = 900 кг/м до глубины *h=2R/3*. Определить толщину оболочки, если $[\sigma]_p$ = 60 МПа.

Ответ: δ = 0,0275мм

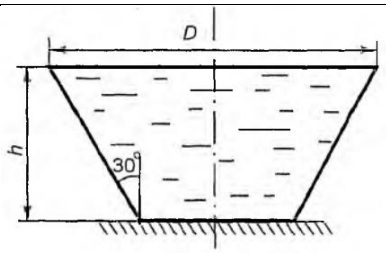
4. Полусферическая оболочка (рис. 10.12) диаметра *D* заполнена жидкостью плотности ρ до глубины *h* и наддута избыточным давлением p_0. Определить толщину оболочки. В расчетах принять: *D = 2,5* м; ρ = 850 кг/м^3; p_0 = 0,2 МПа; *h = R/2;* [σ] = 70 МПа.

Ответ: δ = 18,1 мм



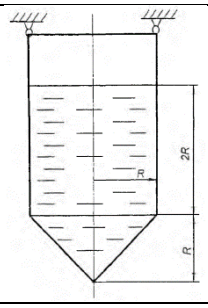
5. Опирающийся на нижнее основание резервуар в виде усеченного конуса (рис. 10.13), заполнен жидкостью плотности ρ. Определить максимальные главные напряжения. В расчетах принять: *D* = 14 м; ρ = 900 кг/м ; *h* = 4 м; δ = 8 мм.

Ответ: σ_1 = 24,4 МПа; σ_2 = 7,14 МПа



6. Круговая цилиндрическая оболочка (рис. 10.14) радиуса R = 0,8 м с коническим днищем заполнена жидкостью плотности ρ = 800 кг/м^3 и надута давлением $p_0 = \rho gR/2$. Определить толщины цилиндрической и конической частей оболочки, если [σ] = 80 МПа.

Ответ: . $\delta_ц$ = 0,136 мм; $\delta_к$ = 0,192 мм

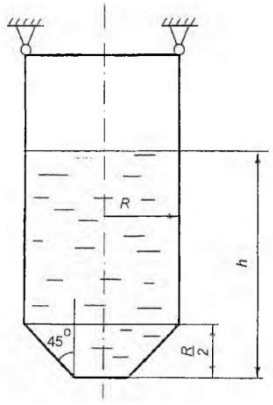


7. Для заполненной жидкостью до глубины h составной оболочки, изображенной на рисунке, определить толщину. В расчетах принять: R = 1,5 м; ρ = 850 кг/м^3; $h = 2R$; $H = 3R$; [σ] = 100 МПа.

Ответ: δ = 0,345 мм

8. Для составной оболочки заполненной жидкостью до глубины h и наддутой давлением p_0, определить максимальные главные напряжения. В расчетах принять: R = 1,5 м; δ = 0,006; $h = 2,5R$; ρ = 850 кг/м^3; $H = 3R$; p_0 = 0,4 МПа.

Ответ: σ = 99,9 МПа

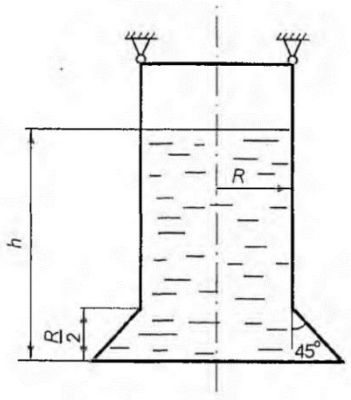


9. Для заполненной жидкостью до глубины h составной оболочки, изображенной на рисунке, определить толщину. В расчетах принять: R = 1,5 м; ρ = 850 кг/м^3; $h = 2R$; $H = 3R$; [σ] = 100 МПа.

Ответ: δ = 0,688 мм

10. Для составной оболочки заполненной жидкостью до глубины h и наддутой давлением p_0, определить максимальные главные напряжения. В расчетах принять: R = 1,5 м; δ = 0,006; $h = 2,5R$; ρ = 850 кг/м^3; $H = 3R$; p_0 = 0,4 МПа.

Ответ: σ = 222,5 МПа

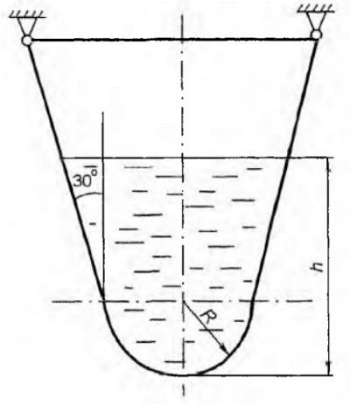


11. Для заполненной жидкостью до глубины h составной оболочки, изображенной на рисунке, определить толщину. В расчетах принять: R = 1,5 м; ρ = 850 кг/м^3; $h = 2R$; $H = 3R$; [σ] = 100 МПа.

Ответ: δ = 0,375 мм

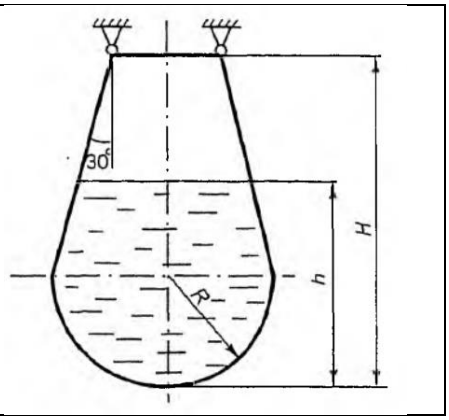
12. Для составной оболочки заполненной жидкостью до глубины h и наддутой давлением p_0, определить максимальные главные напряжения. В расчетах принять: R = 1,5 м; δ = 0,006; $h = 2,5R$; ρ = 850 кг/м^3; $H = 3R$; p_0 = 0,4 МПа.

Ответ: σ = 143,3 МПа



13. Для заполненной жидкостью до глубины h составной оболочки, изображенной на рисунке, определить толщину. В расчетах принять: R = 1,5 м; ρ = 850 кг/м^3; $h = 2R$; $H = 3R$; [σ] = 100 МПа.

Ответ: δ = 0,415 мм

14. Для составной оболочки заполненной жидкостью до глубины h и наддутой давлением p_0, определить максимальные главные напряжения. В расчетах принять: R = 1,5 м; δ = 0,006; h = *2,5R;* ρ = 850 кг/м^3; H = 3*R;* p_0 = 0,4 МПа. *Ответ: σ = 157,7 МПа*	

2.2. Перечень вопросов для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету (5 семестр)

1. Опишите роль и место компьютерных систем в процессах жизненного цикла изделий машиностроения.
2. Приведите и обоснуйте экономические предпосылки CALS/ИПИ/PLM.
3. Что понимают под системой управления жизненным циклом изделий?
4. Перечислите основные этапы жизненного цикла изделий машиностроения.
5. В чем состоят преимущества ЕИП для производственного предприятия?
6. Перечислите и расшифруйте содержание перечня CALS-технологий.
7. Какие данные входят в интегрированную информационную среду (ИИС) на различных этапах ЖЦ изделий машиностроения?
8. Дайте определение PDM-системы. Перечислите основные функциональные возможности PDM. Опишите PDM как инструмент интеграции автоматизированных систем в машиностроении.
9. Опишите цели и возможности применения PDM для повышения эффективности технологической подготовки производства.
10. Что такое технологии быстрого прототипирования? Как на основе компьютерных геометрических моделей получить материальную модель?
11. Аддитивные технологии.
12. Опишите и поясните практическую ценность технологии изготовления моделей с помощью LOM-технологий.
13. Опишите и поясните практическую ценность технологии изготовления моделей с помощью FDM-технологий.
14. Опишите и поясните практическую ценность технологии изготовления моделей с помощью SGC-технологий.
15. Опишите и поясните практическую ценность технологии изготовления прототипов на 3D-принтерах.
16. Опишите и поясните практическую ценность технологии изготовления послойного лазерного спекания порошковых материалов.
17. Опишите и поясните практическую ценность технологии изготовления точного вакуумного литья по выплавляемым и выжигаемым моделям.
18. Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли.
19. Концепция облачных вычислений. Основные черты облачных систем.
20. Высокопроизводительные вычисления в инженерной практике.

21. Компьютерные технологии в машиностроении и научных исследованиях.
22. Основные группы программ анализа, применяемых при инженерных расчетах в машиностроении.
23. Общие принципы трехмерного моделирования в Компас 3D.
24. Методы трехмерного моделирования, достоинства и недостатки.
25. Виды 3D моделей.
26. Экспорт/импорт геометрии трехмерной конструкции из КОМПАС-3D в ANSYS.
27. Возможности применения системы ANSYS к решению задач гидрогазодинамики.
28. Что из себя представляет система Mathcad?
29. Применение Mathcad для автоматизации инженерных расчетов.
30. Основные математические функции и операторы в MathCAD.
31. Графика и визуализация в MathCAD
32. Возможности применения системы MathCAD для решения нелинейных уравнений
33. Возможности применения системы MathCAD для решения обыкновенных дифференциальных уравнений
34. Возможности применения системы MathCAD для решения дифференциальных уравнений в частных производных
35. Возможности применения системы MathCAD для решения для обработки статистических данных.
36. Возможности применения системы ANSYS к решению задач стационарного теплового и термоупругого анализа
37. Возможности применения системы ANSYS к решению задач нестационарного теплового режима.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (6 семестр)

1. Расшифровать понятие «CAD, CAM, CAE – системы».
2. Перечислить виды обеспечения САПР.
3. Основные требования и принципы, предъявляемые к современным САПР.
4. Классификационные признаки и разновидности САПР по программным характеристикам.
5. Что такое геометрическая модель детали (изделия)?
6. Что может входить в состав технологических атрибутов геометрической модели?
7. Основные процедуры, выполняемые в подсистемах геом. моделирования и машинной графики.
8. Виды 3D моделей
9. Основные подходы к построению твердотельной модели детали.
10. Что такое интеграция CAD/CAM/CAE/PDM систем?
11. Специализированные программные системы (разновидности).
12. Основные функциональные виды CAE-систем в машиностроении.
13. Охарактеризуйте понятия: Модель, Надежность, Прочностная надежность, Коэффициент запаса.
14. Различия между численными и аналитическими методами. Основная концепция МКЭ.
15. Типы конечных элементов.
16. Порядок работы в программе ANSYS.
17. Элементы типа стержень (LINK), назначение, особенности построения.
18. Элементы типа балки (BEAM), назначение, особенности построения.

19. Назначение и особенности построения ориентационных точек.
20. Элемент типа Beam24.
21. Элемент типа Beam44.
22. Элемент типа Beam188 и Beam189
23. Оболочки. Элемент типа Shell43.
24. Элемент типа Plane42.
25. Трехмерные твердотелые элементы типа Solid.
26. Создание твердотелой геометрии снизу вверх. Отличие от прямого создания.
27. Создание твердотелой геометрии сверху вниз. Отличие от прямого создания.
28. Булевы операции.
29. Дискретизация модели. Распределенная и свободная.
30. Требования к распределенной дискретизации.
31. Свободная дискретизация. Smartsizing.
32. Охарактеризуйте понятие «граничные условия».
33. Классификация нагрузок в программе ANSYS.
34. Автоматические решатели в программе ANSYS.
35. Контактные элементы.
36. Охарактеризуйте понятие «статический анализ конструкции».
37. Задание свойств материала. Билинейно – изотропный закон упрочнения.
38. Создание твердотелой модели методом экструзии.
39. Роль времени при нагружении модели и проведении решения.
40. Охарактеризуйте понятие «эквивалентные напряжения Мизеса».
41. Шаги, подшаги и равновесные итерации в программе ANSYS.
42. Виды сеток, используемые в методе конечных разностей. Каким образом строят на этих сетках разностные аппроксимации и соответствующие им шаблоны?
43. Выбор шага сетки в методе конечных разностей.
44. В каких случаях может возникать неустойчивость решения задачи? Влияние выбора параметров сетки на устойчивость.
45. В чем заключается основное различие метода конечных разностей и метода конечных элементов?
46. Каким образом строят дискретную модель в методе конечных элементов? Каким образом строят аппроксимации решения?

Примерная структура билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра МОНХП

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

по дисциплине *«Компьютерное моделирование нефтегазового оборудования»*

Направление 15.03.02 "Технологические машины и оборудование", профиль «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

1. Приведите и охарактеризуйте факторы, влияющие на точность проведения CAE-анализа
2. Высокопроизводительные вычисления в инженерной практике.
3. Дискретизация модели. Распределенная и свободная.

Составил_____ М.В. Петровская Утверждаю: зав. кафедрой МОНХП _____ | |
«____»_____ 20 г.

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.01.03 «Компьютерное моделирование нефтегазового оборудования»
(шифр и наименование дисциплины**)**

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-1 Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, контролировать выполнение требований нормативно-технической документации				
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Укажите тип моделей, к которым относятся математические модели нефтегазового оборудования в системах компьютерной алгебры: А) Символьным моделям Б) Физическим масштабным моделям В) Графическим 3D-моделям Г) Текстовым описательным моделям Д) Цифровым двойникам	А	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6
2.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Определите альтернативное наименование стохастических моделей, применяемых для прогнозирования отказов оборудования промыслов: А) Вероятностными Б) Линейными детерминированными	А	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	В) Динамическими непрерывными Г) Непрерывными стационарными Д) Распределенными параметрическими			
3.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Определите этап, на котором рационально применять вычислительную технику при моделировании технологических процессов: А) Численное решение Б) Математический анализ модели В) Постановка проблемы и качественный анализ Г) Создание концептуальной модели Д) Подготовка начальных данных	А	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6
4.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Укажите главный признак итерационного метода при решении нелинейных уравнений прочности конструкций: А) Многократное повторение одного набора действий для получения результата Б) Применение приближенных методов для решения уравнений В) Принцип деления отрезка пополам Г) Использование последовательности приближений, сходящейся к корню Д) Разложение функции в ряд Тейлора	А	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6
5.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Определите альтернативное название метода бисекции, применяемого для поиска критических нагрузок оборудования: А) Метод половинного деления Б) Метод касательных Ньютона В) Метод секущих Г) Метод Эйлера-Коши Д) Метод линеаризации	А	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6
6.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Укажите сущность каркасного моделирования при проектировании металлоконструкций вышек и мачт: А) Моделирование, описываемое в терминах точек и линий Б) Моделирование, основанное на поверхностных элементах В) Моделирование, основанное на объемных телах Г) Моделирование, основанное на математических функциях Д) Моделирование с использованием параметрических зависимостей	А	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
7.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Определите назначение динамических моделей при анализе работы штанговых насосных установок: А) Анализ процессов изменения и развития системы во времени Б) Анализ статических параметров технологического процесса В) Анализ состояния системы в фиксированный момент времени Г) Оценка вероятных последствий различных сценариев Д) Создание программных средств имитационного моделирования	А	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6
8.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Определите тип функций, используемых в качестве пробных в методе конечных элементов при расчете напряжений в корпусах аппаратов: А) Кусочно-полиномиальные функции Б) Тригонометрические функции общего вида В) Алгебраические функции произвольной степени Г) Логарифмические функции Д) Экспоненциальные функции	А	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6
9.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Вычислите число степеней свободы модели трубопроводной системы при 640 узлах, 40 жестко закрепленных узлах, 100 узлах с закреплением по оси Y, 3 степенях свободы в узле: А) 1700 Б) 1920 В) 1800 Г) 1620 Д) 1500	А	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6
10.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Вычислите число неизвестных модели фланцевого соединения при 140 узлах, 20 жестко закрепленных узлах, 20 узлах с закреплением по оси Y, 2 степенях свободы в узле: А) 220 Б) 240 В) 200 Г) 180 Д) 160	А	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
11.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Укажите ключевую идею концепции Индустрии 4.0 применительно к цифровизации нефтегазового оборудования: А) Объединение физического и виртуального миров Б) Объединение механического и электрического приводов В) Объединение традиционного и современного производства Г) Объединение отечественного и импортного оборудования Д) Объединение производства и логистики	А	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	5, 6
12.	Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа: Отметьте две характеристики, присущие верификации и валидации конечно-элементных моделей нефтегазового оборудования: А) Сравнение с экспериментальными данными натурных испытаний Б) Проверка соответствия математической постановки физическому процессу В) Оптимизация вычислительных ресурсов Г) Визуализация результатов в постпроцессоре Д) Автоматизация сбора исходных данных	АБ	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6
13.	Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа: Выберите три направления применения численных методов в задачах проектирования оборудования нефтегазовых промыслов: А) Расчет напряженно-деформированного состояния корпусов аппаратов Б) Моделирование гидродинамических процессов в насосах В) Оптимизация геометрических параметров рабочих органов Г) Разработка нормативной документации Д) Планирование технического обслуживания	АБВ	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6
14.	Прочитайте текст и установите последовательность этапов математического моделирования прочностных характеристик оборудования: А) Интерпретация результатов Б) Формализация задачи В) Численное решение Г) Построение математической модели Д) Верификация модели Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.	БГВДА	Математические модели и численные методы в проектировании НГО	5, 6

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
15.	Прочитайте текст и установите последовательность действий при применении метода конечных элементов для расчета напряжений в корпусе сепаратора: А) Дискретизация расчетной области Б) Формирование глобальной матрицы жесткости В) Приложение граничных условий Г) Решение системы уравнений Д) Постпроцессинг результатов Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.	АБВГД	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS	5, 6
16.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ: Укажите класс задач машинного обучения, применяемый для прогнозирования остаточного ресурса оборудования по данным мониторинга: А) Регрессия Б) Классификация В) Кластеризация Г) Обучение с подкреплением Д) Снижение размерности	А	Инновационные компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли	5, 6

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 2, процедура оценивания представлена в табл. 3 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложения 1-4 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (табл.2).

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 4

Характеристика процедур текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	Экзамен	пятый семестр	экспертный	по пятибалльной шкале	ведомость, зачетная книжка, рабочая книжка преподавателя, электронная система учета успеваемости, учебная карта, портфолио
2	Зачет	шестой семестр, по окончании изучения дисциплины	экспертный	по пятибалльной шкале	ведомость, зачетная книжка, рабочая книжка преподавателя, электронная система учета успеваемости, учебная карта, портфолио
3	Домашние задания	самостоятельно, 2 раза в семестр	экспертный	зачтено /не зачтено	Рабочая книжка преподавателя
4	Отчет по лабораторным работам №1-11	систематически, 11 раз в семестр	экспертный	зачтено /не зачтено	Рабочая книжка преподавателя

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, практические занятия, практика оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 50% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 50% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Соответствие систем оценок критериям оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлено в табл. 5

Таблица 5

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка
5	5
5 и 4	
4	4
4 и 3	
3 и 2	3
2 и 1	2, Незачет