

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

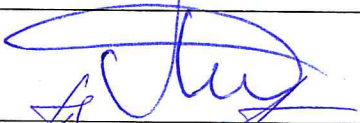
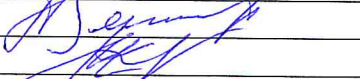

**ПРИЕМ 2020 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

## **Расчет и анализ прочности и долговечности нефтегазового оборудования**

Направление подготовки/ специальность	<b>21.04.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений</b>		
Специализация	<b>Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений</b>		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	<b>1</b>	семестр	<b>2</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		

И. о. заведующего кафедрой -  
руководителя отделения на  
правах кафедры ОНД  
Руководитель ООП  
Преподаватель

	И.А. Мельник
	П.Н. Зятиков
	К.К. Манабаев

2020г.

**1. Роль дисциплины «Расчет и анализ прочности и долговечности нефтегазового промышленного оборудования» в формировании компетенций выпускника:**

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Расчет и анализ прочности и долговечности нефтегазового промышленного оборудования	2	ОПК(У)-2	Способен осуществлять проектирование объектов нефтегазового производства	И.ОПК(У)-2.1	Использует знание алгоритма организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли	ОПК(У)-2.1В1	Владеет навыками использования алгоритма организации и выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли
						ОПК(У)-2.1У1	Умеет осуществлять сбор исходных данных для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта
						ОПК(У)-2.1З1	Знает алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли
		ПК(У)-2	Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами добычи углеводородного сырья	И.ПК(У)-2.1	Руководит организационно-техническим сопровождением работ по восстановлению работоспособности нефтегазового промышленного оборудования при эксплуатации объектов добычи нефти и газа	ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом контроля соблюдения технологии и анализом показателей технологических режимов работы оборудования по добыче углеводородного сырья
						ПК(У)-2.1У1	Умеет согласовывать технические вопросы, связанные с эксплуатацией, ремонтом и доработкой оборудования, огневые и газоопасные работы на технологических объектах добычи углеводородного сырья
						ПК(У)-2.1З1	Знает назначение, устройство и принципы работы оборудования; технические регламенты по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем, перечень огневых и газоопасных работ

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
		ПК(У)-4	Способен обеспечивать безопасную и эффективную эксплуатацию и работу технологического оборудования нефтегазовой отрасли	И.ПК(У)-4.1	Обеспечивает эффективную эксплуатацию технологического оборудования, конструкций, объектов, агрегатов, механизмов в процессе добычи углеводородного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации	ПК(У)-4.1В1	Владеет опытом разработки и выполнения мероприятий, направленных на предупреждение аварий, инцидентов, отказов оборудования по добыче углеводородного сырья
						ПК(У)-4.1У1	Умеет анализировать показатели работы оборудования; планировать, организовывать, проводить и координировать работу по прогнозу технического состояния и разработке мероприятий по снижению эксплуатационных рисков
						ПК(У)-4.1З1	Знает отраслевые стандарты, технические регламенты, федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности опасных производственных объектов

## 2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Выполнять обработку и анализ расчетных и экспериментальных данных, применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности на основе методики проектирования, проводить оптимизацию технологического оборудования и конструкций.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1	Раздел (модуль) 1. Введение. Особенности процессов расчёта на прочность объектов (элементов оборудования) нефтегазовой отрасли. Анализ надежности технологического оборудования и металлоконструкций нефтегазовой отрасли. Тенденции инжиниринга в России и в мире	Опрос. Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
			Раздел (модуль) 3. Пример анализа и оптимизации элементов конструкций нефтегазового оборудования с применением программного комплекса метода конечных элементов ANSYS Mechanical. Расчет напряженно-деформированного состояния элементов конструкций.	

РД 2	Применять знания по созданию пространственных и численных расчетных моделей элементов конструкций, процессов эксплуатации элементов машин и технологического оборудования нефтегазовой промышленности в специализированных программных комплексах (ANSYS, SolidWorks, КОМПАС).	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1	Раздел (модуль) 2. Программный комплекс метода конечных элементов ANSYS. Представление возможностей расчетных модулей. APDL. Среда ANSYS Workbench. Особенности оптимизации в ANSYS.	Опрос Защита лабораторных работ Презентация Тестирование Экзамен
			Раздел (модуль) 4. Геометрическая оптимизация элементов конструкций нефтегазового оборудования с применением специальных модулей систем автоматизированного проектирования (САПР) на примере САПР DS SolidWorks. Прочие компьютерные методы и технологии анализа и оптимизации конструкций нефтегазового оборудования (специализированное ПО Euler, Autodesk Simulation Multiphysics)	

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

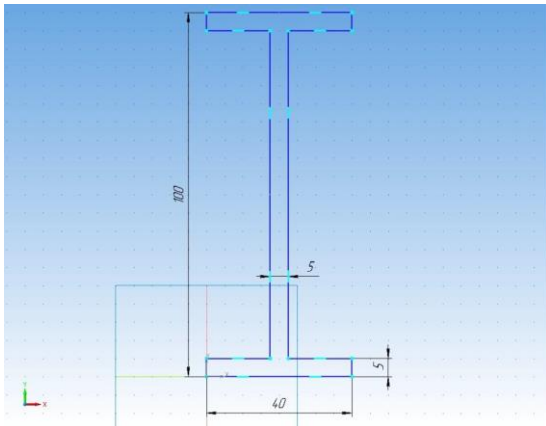
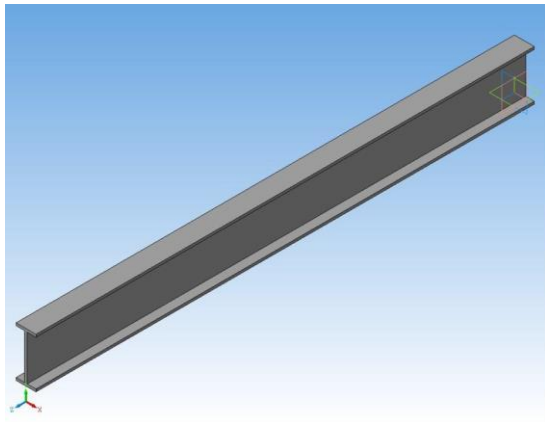
% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовлетворительно»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовлетворительно»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

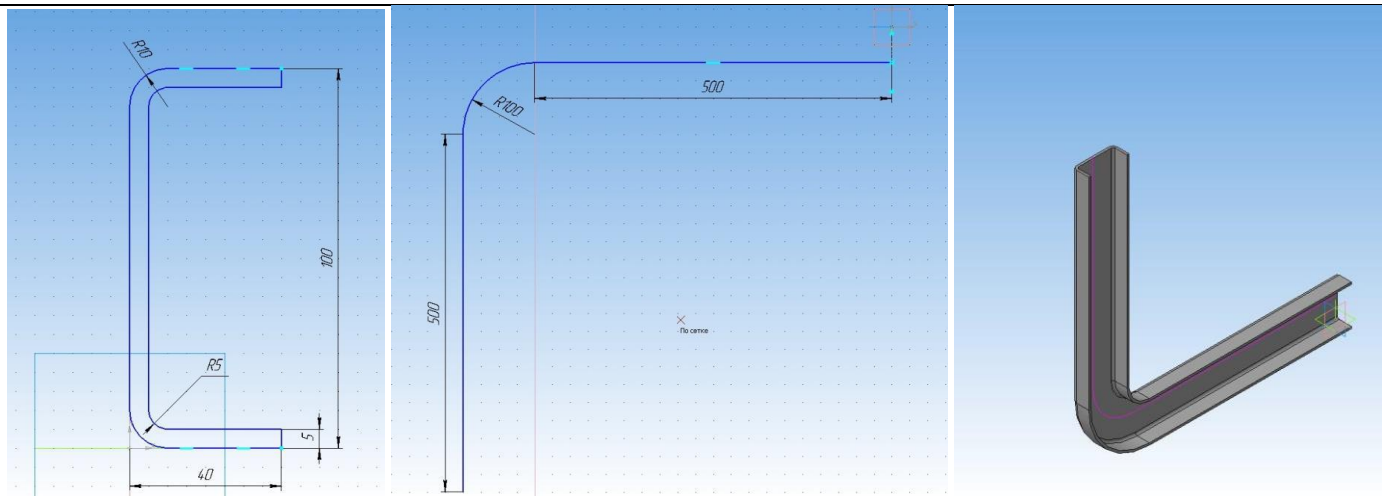
### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовлетворительно»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовлетворительно»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

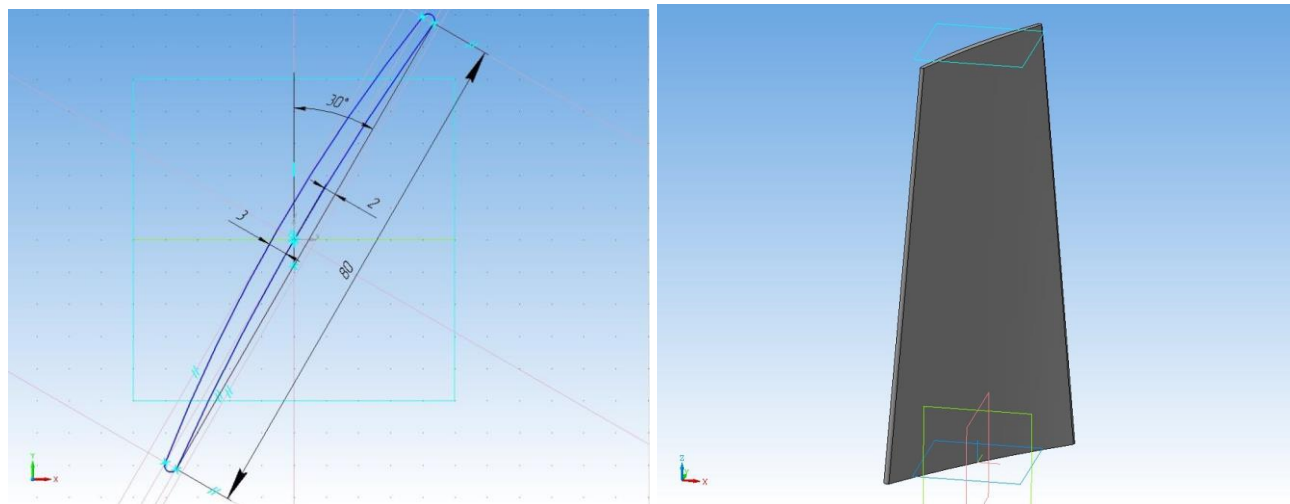
#### 4. Перечень типовых заданий

№п/п	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий		
Раздел 1 «Введение. Особенности процесса проектирования объектов (элементов оборудования) нефтегазовой отрасли. Анализ металлоконструкций нефтегазовой отрасли. Тенденции инжиниринга в России и в мире»				
1	Опрос	Вопросы: 1. Каково технико-экономическое значение обеспечения эффективной надёжности и долговечности машин для развития нефтегазовой отрасли? 2. Какие критерии эксплуатационных свойств технологического оборудования вы знаете? 3. Почему при выборе технологического оборудования еще на стадии проектирования закладывают свойства подготавливаемой среды? 4. Какие вы знаете программные продукты для решения задач проектирования?		
2	Тестирование	Теоретическое задание		
		№	Вопрос	Вариант ответа
		1	Верно ли утверждение, что два свойства надежности, безотказность – ремонтпригодность, отражают комплексный показатель коэффициент готовности Кг?	верно
				неверно
		2	Составной частью какого свойства технической системы является безотказность?	безопасности
				надежности
				полезности
		3	Как соединены элементы в технической системе, вероятность безотказной работы которой $Q(t)$ равно произведению $Q_i$ ?	параллельно
				последовательно
		4	Какой из указанных вариантов достаточно хорошо описывает экспоненциальный закон?	наработку до отказа многих невосстанавливаемых элементов оборудования
				наработку между соседними отказами при простейшем потоке отказов (после окончания периода приработки)
				время восстановления после отказов

		5	Верно ли, что виды испытаний машин подразделяются на заводские (ресурсные) и эксплуатационные?	верно неверно
Раздел 2 «Программный комплекс метода конечных элементов ANSYS. Представление возможностей расчетных модулей. APDL. Среда ANSYS Workbench. Особенности оптимизации в ANSYS.»				
3	Контрольная работа №1	№ варианта	Теоретическая часть	Практическая часть
		1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Опишите базовые подходы к автоматизированному проектированию.</li> <li>Метод конечных элементов, суть метода, математика метода.</li> <li>Конструктивные особенности оборудования системы сбора и подготовки нефти (газа).</li> </ol>	<p>Математический аппарат для обработки случайных величин, среднее арифметическое значение, размах, среднее квадратическое отклонение как мера рассеивания случайной величины.</p> <p>Приведите формулы с пояснениями для технологического объекта нефтегазовой отрасли.</p>
4	Защита лабораторной работы №1 «Освоение основных операций трехмерного твердотельного моделирования в программе DS SolidWorks, КОМПАС 3D, ANSYS»	<p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Построить модель двутавра с помощью операции выдавливания по заданным размерам. Длина двутавра составляет 1000 мм.</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>Построить модель изогнутого швеллера с помощью кинематической операции по заданным размерам.</li> </ol>		

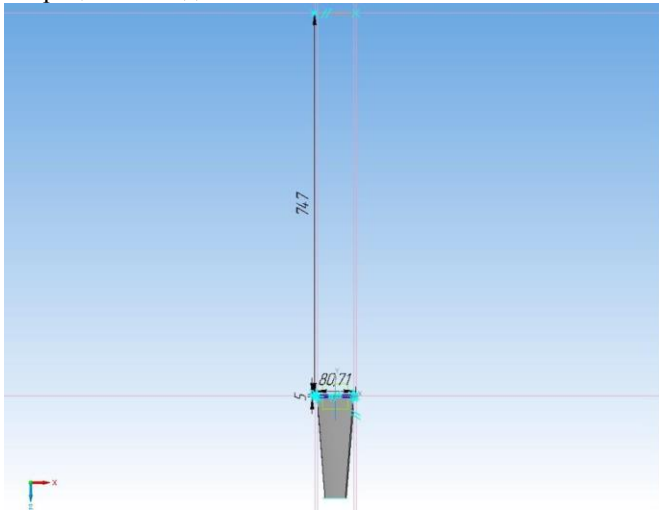
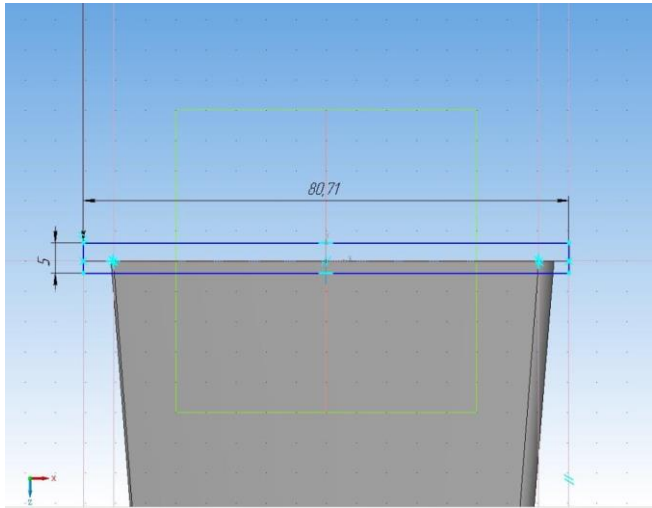


3. построить модель пера лопатки компрессора с помощью операции по сечениям по заданным размерам. Недостающие размеры можно выбрать произвольно, сохраняя сходство внешнего вида лопатки. Расстояние между плоскостями корневого и периферийного сечения составляет 200 мм.

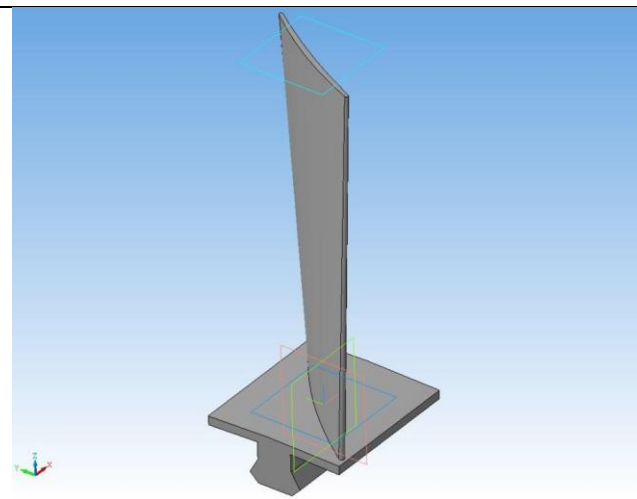
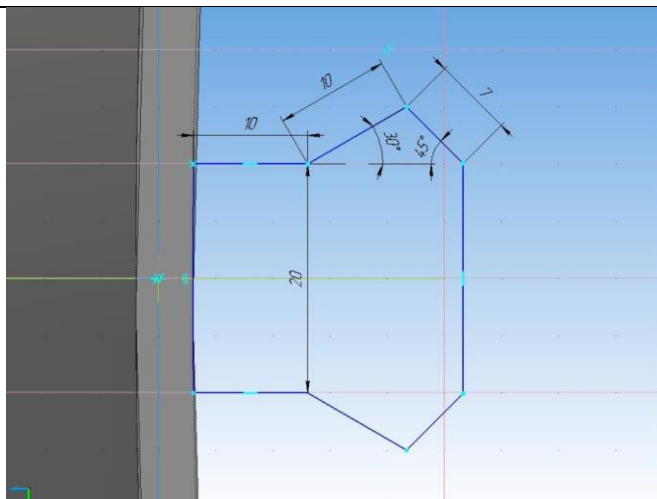


Вопросы:

1. Опишите операцию «выдавливание».
2. Опишите операцию «вращение».

		<p>3. Опишите кинематическую операцию.</p> <p>4. Опишите операцию «по сечениям».</p>
5	<p>Защита лабораторной работы №2 «Освоение основных булевых операций в программе DS SolidWorks, КОМПАС 3D, ANSYS»</p>	<p>Задание:</p> <p>1. достроить модель пера лопатки компрессора по заданным размерам. Полка получается операцией вращения на 60 и чертится в корневом сечении лопатки. Расстояние до оси вращения от нижней части полки – 747 мм. Хвостовик чертится ниже полки по заданным размерам. Выдавливание хвостовика осуществляется с функцией «через все». Далее все объединяется с помощью булевой операции «объединение».</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>



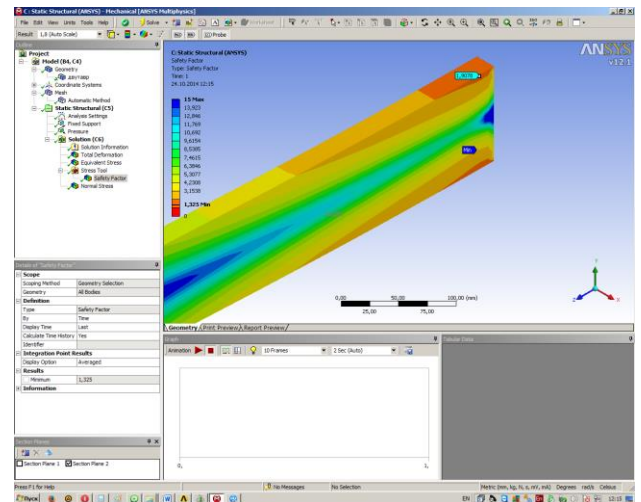
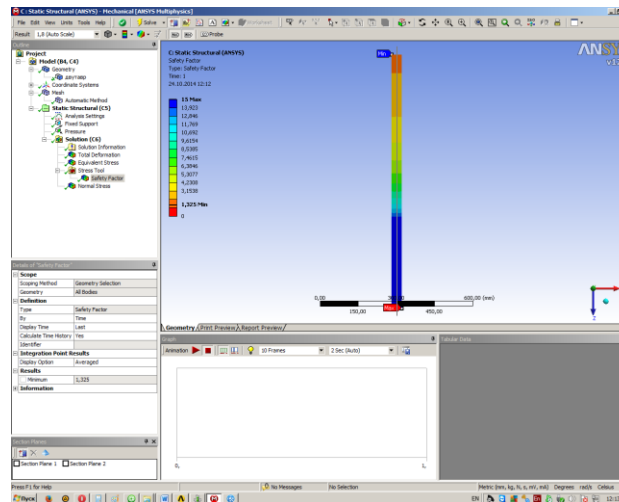
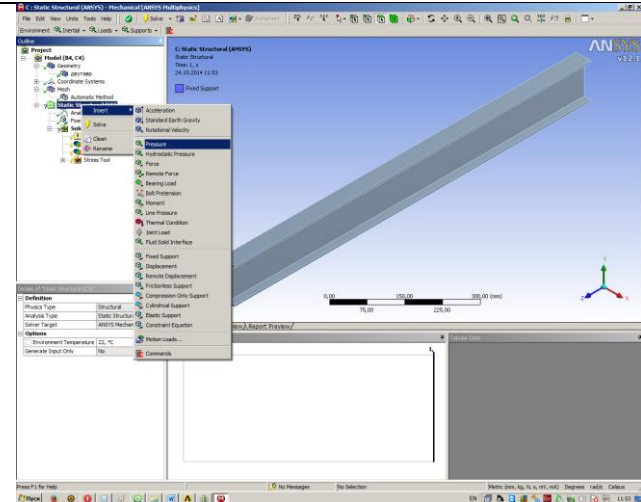
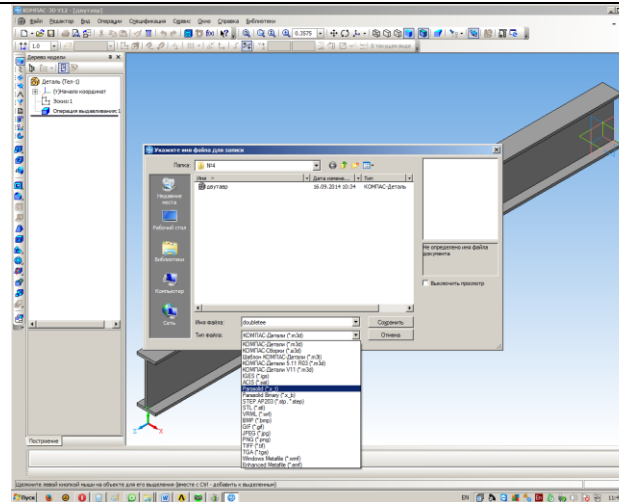


Вопросы:

1. Опишите операцию «пересечения».
2. Опишите операцию «вычитания».
3. Опишите операцию «объединения».

Раздел 3 «Пример анализа и оптимизации элементов конструкций нефтегазового оборудования с применением программного комплекса метода конечных элементов ANSYS Mechanical. Расчет напряженно-деформированного состояния элементов конструкций.»

6	Контрольная работа №2	№ варианта	Теоретическая часть	Практическая часть
		1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Суть концепции «Проектирование изделий на основании результатов инженерных расчетов».</li> <li>2. Цифровой двойник: создание, определение, суть метода</li> <li>3. Переменные проекта - параметры проектной разработки в ПК</li> </ol>	Опишите с пояснениями девять шагов решения задачи напряженно-деформированного состояния элементов технологического оборудования нефтегазовой отрасли в ПК МКЭ ANSYS.
7	Защита лабораторной работы №3 «Разработка мероприятий по обеспечению прочности и жесткости двутавровой балки»	Задание: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. импортировать модель ранее построенной в CAD-программе двутавровой балки, произвести расчет на прочность и жесткость под действием если веса <math>P = 5</math> тонн. Материал лонжерона – сталь. Нагрузка и вес могут меняться в зависимости от задания.</li> </ol>		



Вопрос:

на основании расчета, проанализировать, какую максимальную нагрузку может выдержать элемент конструкции при разных запасах прочности для изделия.

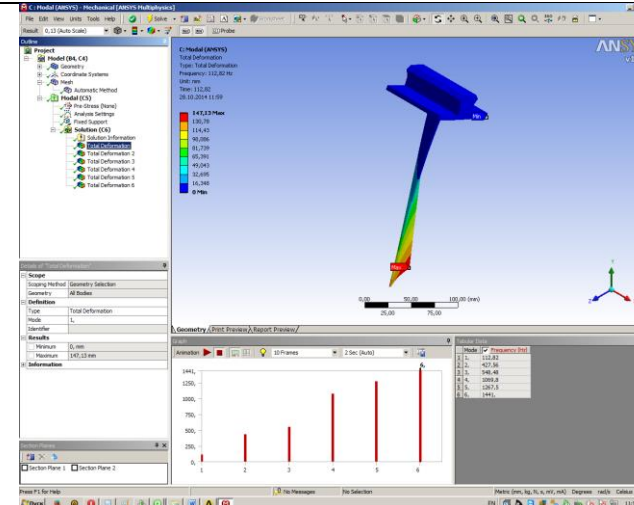
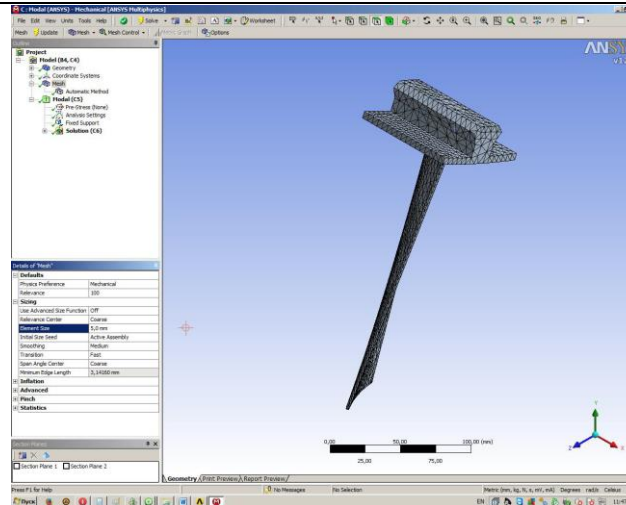
8

Защита  
лабораторной  
работы №4  
«Освоение основ

Задание:

1. Расчет частот собственных колебаний (ЧСК) лопатки компрессора. Проанализировать 6 низших ЧСК титановой рабочей лопатки компрессора построенной в программе 3D моделирования.

расчета частот собственных колебаний конструкций и совмещенного конструкционно-модального анализа в программе ANSYS Workbench»



Вопросы:

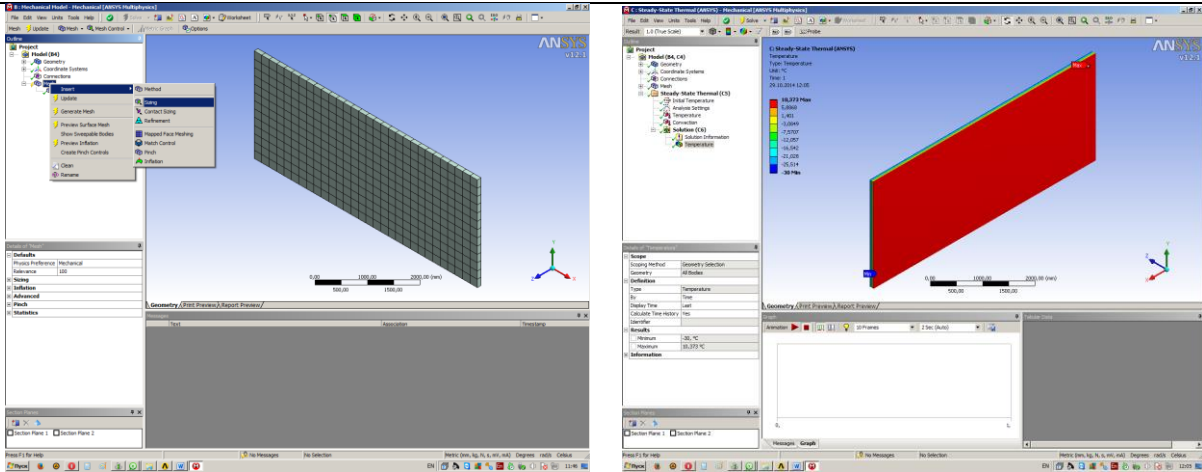
1. на основании расчета, проанализировать, какую максимальную нагрузку может выдержать элемент конструкции при разных запасах прочности для изделия.
2. на основании расчета, проанализировать провести оптимизацию конструкции по массо-габаритным характеристикам.

Раздел 4 «Геометрическая оптимизация элементов конструкций нефтегазового оборудования с применением специальных модулей систем автоматизированного проектирования на примере САПР DS SolidWorks, ANSYS. Прочие компьютерные методы и технологии анализа и оптимизации конструкций нефтегазового оборудования (специализированное ПО Euler, Autodesk Simulation Multiphysics)»

9  
Защита лабораторной работы №5 «Освоение основ температурного расчета и совмещенного термо-конструкционно-го анализа в программе ANSYS Workbench»

Задание:

1. провести температурный расчет стены и определить температуру на ее внутренней поверхности, если температура на улице  $t_{нар} = -30^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха в комнате составляет  $t_{комн} = 22^{\circ}\text{C}$ , коэффициент теплоотдачи по границе воздух – гладкая поверхность равен  $k = 25 \text{ Вт/м}^2 \times ^{\circ}\text{C}$ . Параметры стены: высота  $b = 2,5 \text{ м}$ , толщина  $h = 100 \text{ мм}$ , длина  $l = 6 \text{ м}$ . Материал стены – бетон.

		
10	Защита лабораторной работы №6 «Расчет потребной толщины стены на основе результатов термического анализа»	<p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>на основании проведенного в ЛР№5 температурного расчета определить потребную толщину бетонной стены с условием, чтобы температура на внутренней ее поверхности составила <math>t_{\text{внут}} = 17 \div 19^\circ\text{C}</math>. Проанализировать все материалы в библиотеке элементов General materials и предложить более предпочтительный с точки зрения теплопроводности материала и рассчитать потребную толщину стенки для него.</li> </ol>
11	Презентация	Презентация проводится по темам курсового проекта.
12	Экзамен	<p>Вопросы на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Методология и стадийность проектирования машины.</li> <li>Определение машины. Виды общестроительных и специальных машин.</li> <li>Математический аппарат для обработки случайных величин, среднее арифметическое значение, размах, среднее квадратическое отклонение как мера рассеивания случайной величины.</li> <li>APDL (ANSYS Parametric Design Language), история языка программирования, применение</li> <li>Системный анализ, коэффициент вариации, характеризующий рассеивание случайной величины с учетом средней величины.</li> <li>Обоснуйте причины большой вариабельности современных технологических схем сбора, подготовки, транспорта и хранения.</li> <li>Особенности оптимизации в ANSYS.</li> <li>Особенности проектирования технологического оборудования нефтегазовой отрасли.</li> </ol>

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос	Опрос студентов проводится для оценки общего уровня компетенций, сформированных ранее в 1 семестре ООП по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело» в рамках понимания первичных вопросов о свойствах нефти и газа, методах проектирования, знаний специализированного программного обеспечения.
2.	Защита лабораторных работ	Защита лабораторных работ проводится во время аудиторной и самостоятельной работы студентов. Студенты выполняют задание, распечатывают отчеты и сдают на проверку преподавателю. Отвечают на вопросы преподавателя. Всего 6 ЛБ. При выполнении всех заданий и полном ответе на вопросы преподавателя за одну ЛР студент получает 10 баллов. Все вопросы для защиты лабораторных работ представлены на сайте преподавателя (раздел «Учебно-методический материал», подраздел «Методические указания»), который доступен для студентов по ссылке: <a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MKK">https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MKK</a>
3.	Контрольные работы	Контрольные работы проводятся на лекциях в течение 15 минут и при полном ответе студентов на поставленные вопросы, оценивается в 5 баллов (всего запланировано 2 контрольные работы). Студенты готовятся на основе лекционного материала, нормативно-технической документации и перечня вопросов для КР1 и КР2, приведенного на сайте преподавателя (раздел «Учебно-методический материал», подразделы «Методические указания», «Лекции»), который доступен для студентов по ссылке: <a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MKK">https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MKK</a>
4.	Тестирование	Тестирование проводится в начале лекций в течение 10 минут и при полном ответе студентов на поставленные вопросы, оценивается в 5 баллов (всего запланировано 1 тестирование на теоретических материал по разделу надежности и долговечности машин и технологического оборудования). Студенты готовятся на основе лекционного материала, нормативно-технической документации, приведенного на сайте преподавателя по ссылке: <a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MKK">https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MKK</a>
5.	Защита курсового проекта	По форме курсовой проект должна представлять собой письменную самостоятельную работу студента, для систематизации, закрепления теоретических знаний и практических навыков при решении конкретных задач, а также умении аналитически оценивать, защищать и обосновывать полученные результаты. Для выполнения курсового проекта студентам предоставляются исходные данные.  Тематика проектов (работ): 1. Расчет и анализ прочности и долговечности нефтегазового оборудования. Расчет резервуара горизонтального стального наземного. 2. Расчет и анализ прочности и долговечности нефтегазового оборудования. Расчет лопатки ступени центробежного/погружного насоса. 3. Расчет и анализ прочности и долговечности нефтегазового оборудования. Расчет оборудования в рамках магистерской диссертации.
6.	Презентация (коллективное задание с взаимным рецензированием)	Презентация проводится во время аудиторной работы студентов. Студенты отвечают на вопросы друг друга. По результатам работы студенты могут получить дополнительно 5 баллов.

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
7.	Экзамен	Экзамен в виде ответов на экзаменационные билеты, перечень основных вопросов к которым представляется преподавателем.