




**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Компьютерные методы анализа и оптимизации конструкций нефтегазового оборудования**

Направление подготовки/ специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»		
Специализация	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

И. о. заведующего кафедрой –  
руководителя отделения  
нефтегазового дела  
(на правах кафедры)  
Руководитель ООП  
Преподаватель

	И.А. Мельник 
	К.К. Манабаев 
	К.К. Манабаев 

2020 г.

**1. Роль дисциплины «Компьютерные методы анализа и оптимизации конструкций нефтегазового 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
<b>Компьютерные методы анализа и оптимизации конструкций нефтегазового оборудования</b>	2	ПК(У)-4	Способность проводить анализ с применением CAD-CAE-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий нефтегазового комплекса.	И.ПК(У)-4.1	Способен создавать пространственные и численные расчетные модели элементов конструкций, процессов эксплуатации элементов машин и технологического оборудования нефтегазовой промышленности в специализированных программных комплексах (ANSYS, SolidWorks, КОМПАС)	ПК(У)-4.31	Знать основные принципы и методы математического моделирования свойств нефтегазового оборудования и технологических процессов с их участием. Знать основные этапы построения численных моделей физических объектов (элементов нефтегазового оборудования).
						ПК(У)-4.У1	Умеет использовать прикладные программные продукты для наглядного представления результатов компьютерного моделирования и расчета нефтегазового технологического оборудования
						ПК(У)-4.В1	Владеет основными методами, используемыми при построении численных моделей физических объектов (элементов нефтегазового оборудования).
		ПК(У)-5	Способность применять полученные знания для разработки и реализации проектов,	И.ПК(У)-5.1	Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов	ПК(У)-5.31	Знает научно-техническую документацию по проектированию, строительству и реконструкции объектов транспорта нефти газа

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
			различных процессов производственной деятельности на основе методики проектирования в нефтегазовой отрасли, а также регламентирующих документов		производственной деятельности на основе методики проектирования в нефтегазовой отрасли, а также регламентирующих документов	ПК(У)-5.U1	Умеет реализовывать проекты, различные процессы производственной деятельности на основе методики проектирования в нефтегазовой отрасли, а также регламентирующих документов
						ПК(У)-5.B1	Владеет навыками разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности

## 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.ПК(У)-5.1	<p>Раздел (модуль) 1. Введение. Особенности процесса проектирования объектов (элементов оборудования) нефтегазовой отрасли. Анализ надежности технологического оборудования и металлоконструкций нефтегазовой отрасли. Тенденции инжиниринга в России и в мире</p> <p>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.</p>	Опрос. Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
РД 2	Применять знания по созданию пространственных и численных расчетных моделей элементов конструкций, процессов	И.ПК(У)-4.1	<p>Раздел (модуль) 2. Программный комплекс метода конечных элементов ANSYS. Представление возможностей расчетных модулей. APDL. Среда ANSYS Workbench.</p>	Опрос Защита лабораторных работ Презентация

	эксплуатации элементов машин и технологического оборудования нефтегазовой промышленности в специализированных программных комплексах (ANSYS, SolidWorks, КОМПАС).		Особенности оптимизации в ANSYS.	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%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

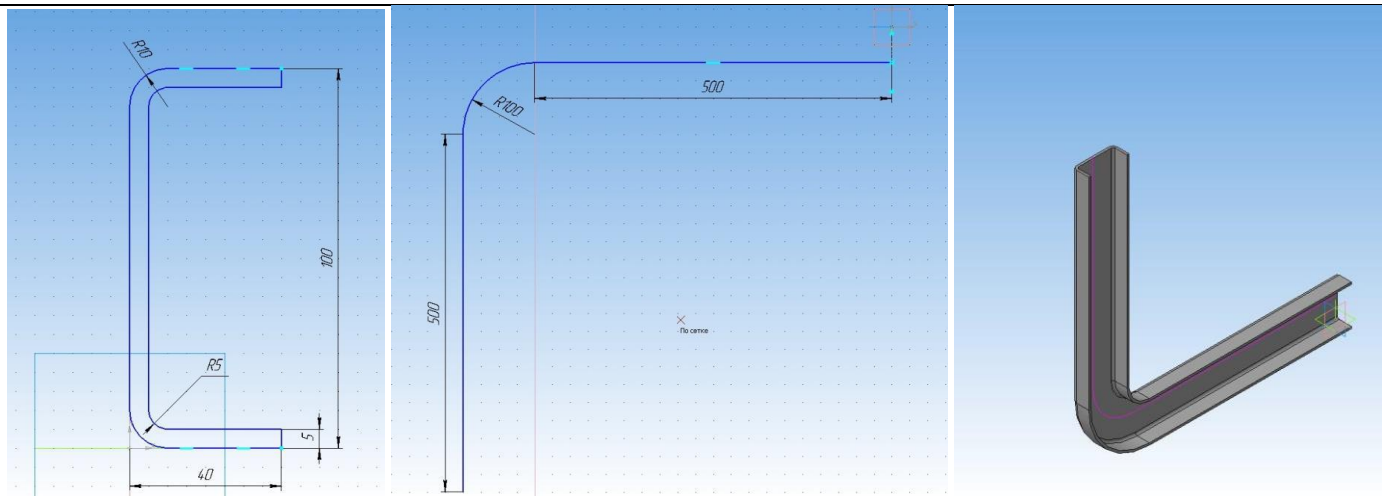
% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством 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	«Удовл.»	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	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### 4. Перечень типовых заданий

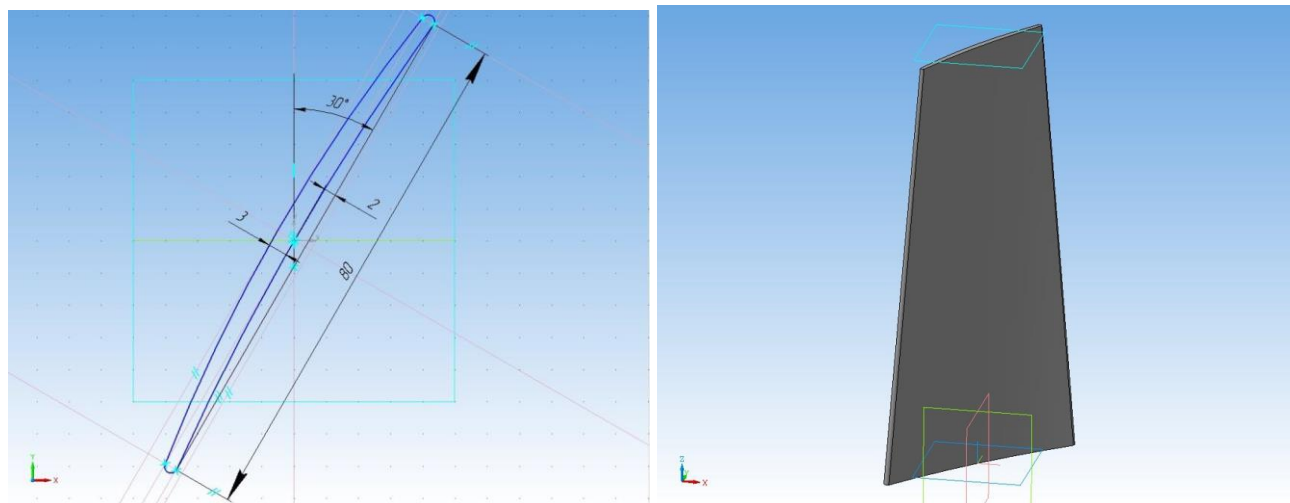
№п/п	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий		
Раздел 1 «Введение. Особенности процесса проектирования объектов (элементов оборудования) нефтегазовой отрасли. Анализ металлоконструкций нефтегазовой отрасли. Тенденции инжиниринга в России и в мире»				
1	Опрос	Вопросы: 1. Каково технико-экономическое 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 $K_T$ ?	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>1. Опишите базовые подходы к автоматизированному проектированию.</li> <li>2. Метод конечных элементов, суть метода, математика метода.</li> <li>3. 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>1. 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; align-items: center;">   </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Построить модель изогнутого швеллера с помощью кинематической операции по заданным размерам.</li> </ol>		

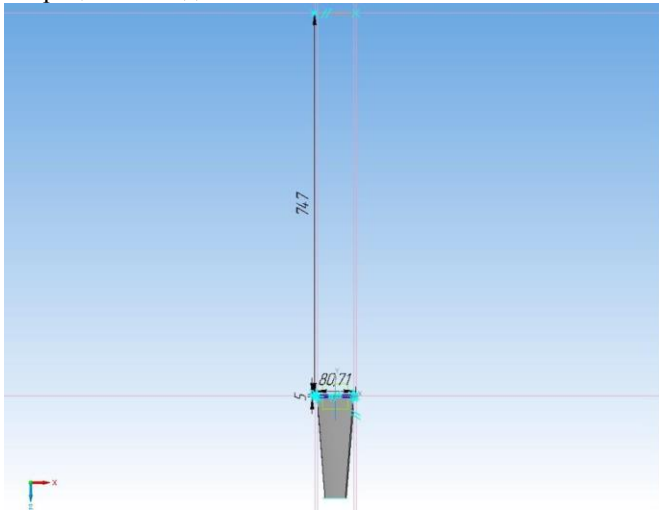
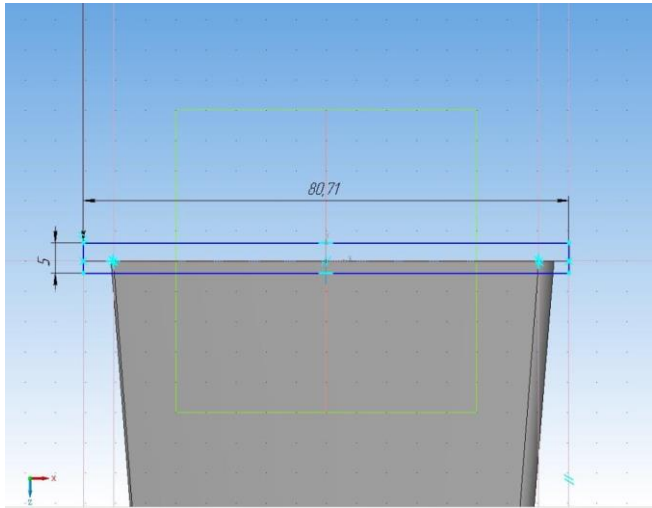


3. построить модель пера лопатки компрессора с помощью операции по сечениям по заданным размерам. Недостающие размеры можно выбрать произвольно, сохраняя сходство внешнего вида лопатки. Расстояние между плоскостями корневого и периферийного сечения составляет 200 мм.

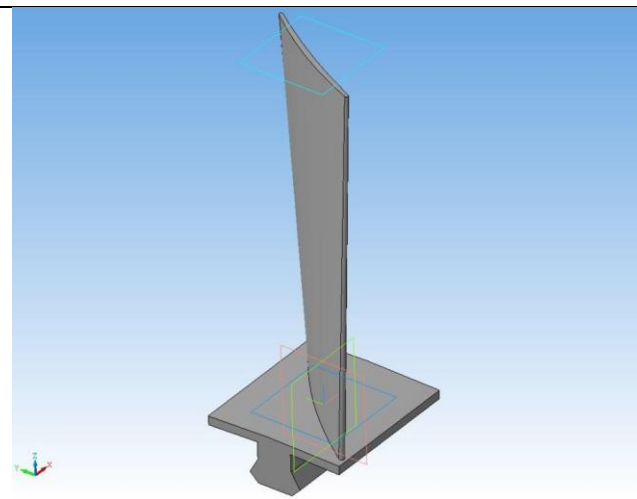
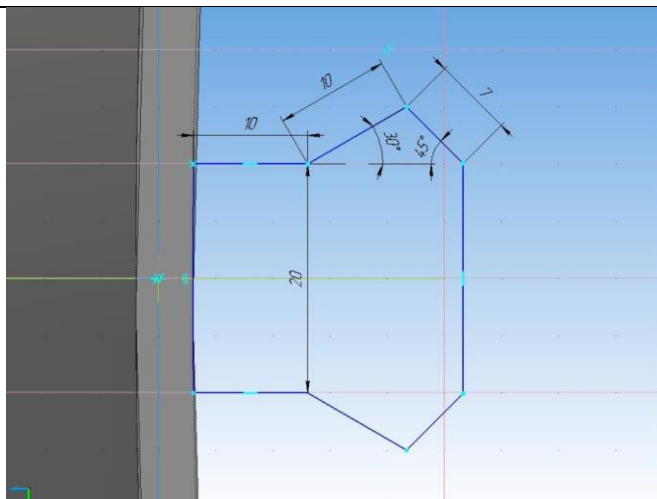


Вопросы:

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>



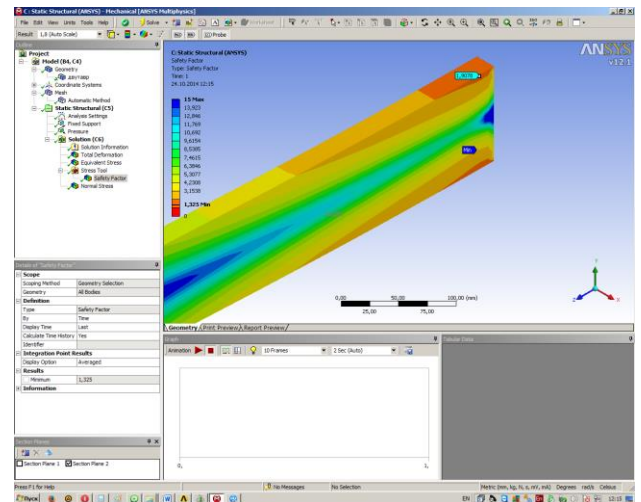
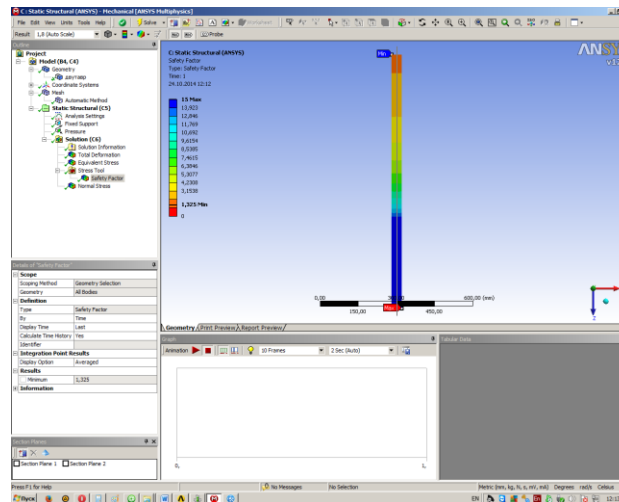
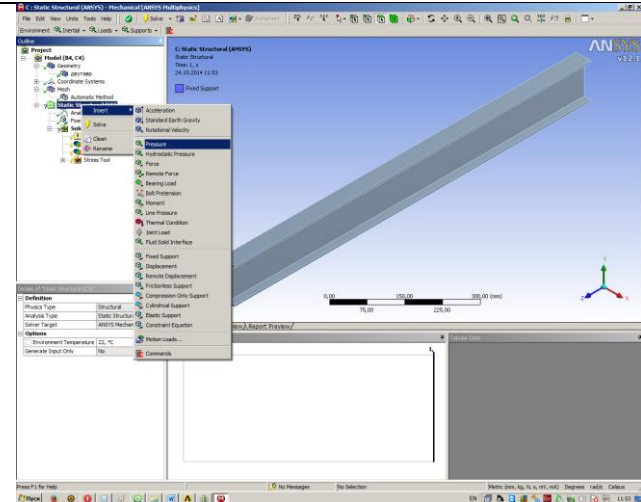
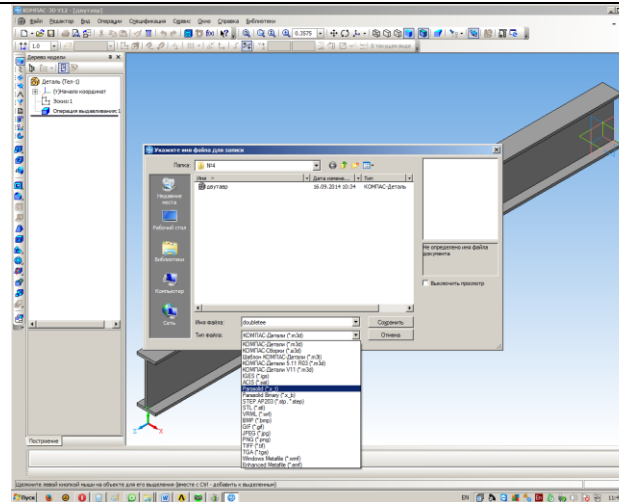


Вопросы:

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.

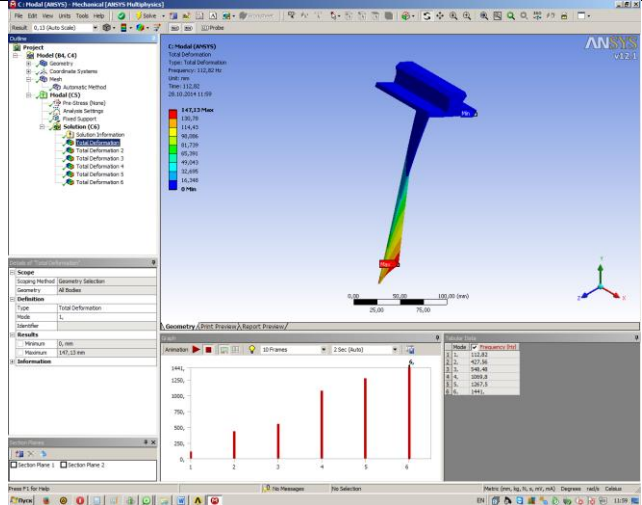
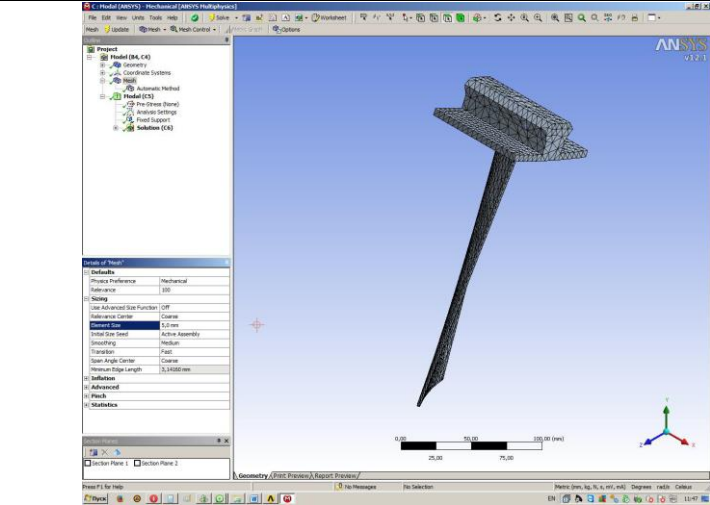
8

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»

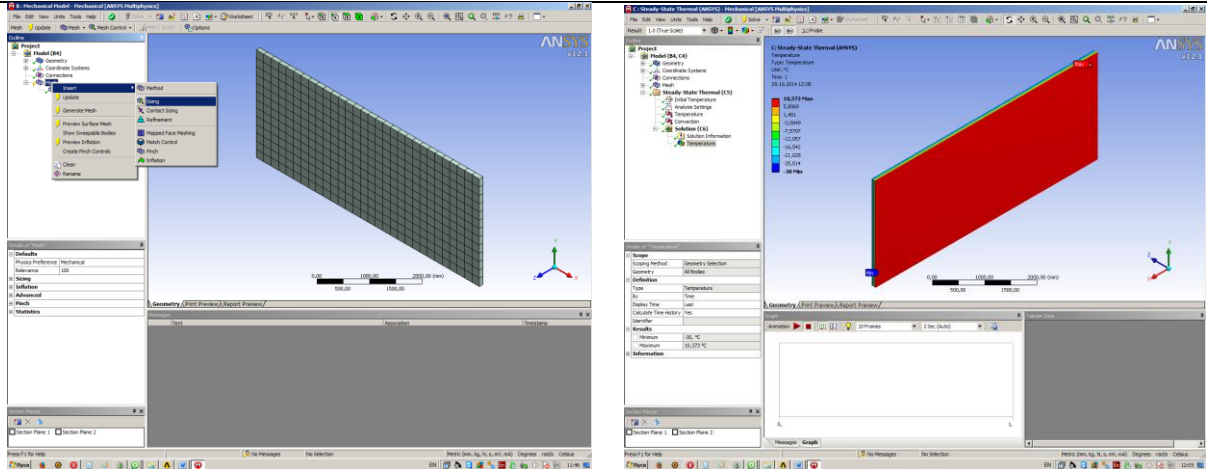


- Вопросы:
- на основании расчета, проанализировать, какую максимальную нагрузку может выдержать элемент конструкции при разных запасах прочности для изделия.
  - на основании расчета, проанализировать провести оптимизацию конструкции по массо-габаритным характеристикам.

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:
- провести температурный расчет стены и определить температуру на ее внутренней поверхности, если температура на улице  $t_{нар} = -30^0\text{ C}$ , температура воздуха в комнате составляет  $t_{комн} = 22^0\text{ C}$ , коэффициент теплоотдачи по границе воздух – гладкая поверхность равен  $k = 25\text{ Вт/м}^2 \times ^0\text{C}$ . 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 \text{ }^{\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> Так же тестирование предусмотрено на базе платформы LMS MOODLE во время аудиторной и самостоятельной работы студентов. Все презентации студенты должны выложить по ссылке электронного курса <a href="https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2743">https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2743</a> (задание Модуля 2, итоговый тест)
5.	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.
6.	Экзамен	Экзамен в виде ответов на экзаменационные билеты, перечень основных вопросов к которым представляется преподавателем.

