

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения и
аэрокосмической техники

И.Г. Дроздов

«23» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектная деятельность»

Специальность 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Специализация Машины и оборудование для транспортировки, переработки
и хранения углеводородов

Квалификация выпускника Горный инженер (специалист)

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы

Заведующий кафедрой

Нефтегазового

оборудования и

транспортировки



А.В. Кретинин



С.Г. Валюхов



С.Г. Валюхов

Руководитель ОПОП

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование компетенций, необходимых для использования методологии оптимизационного проектирования и многокритериальной оптимизации на базе робастных методов нелинейного программирования и моделирования

1.2. Задачи освоения дисциплины

Оптимизационное проектирование проточной части энергетических устройств с использованием инструментария САД программных комплексов

Построение проекта центробежного насоса на базе мультифизического моделирования на платформе ANSYS;

Оптимизационный расчет с использованием инструментария методов робастного моделирования и нелинейного программирования в среде ANSYS

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Проектная деятельность» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Проектная деятельность» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

УК-3 - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

ОПК-3 - Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-2	знать этапы жизненного цикла проектов создания и эксплуатации гидравлических машин и гидропневмоагрегатов
	уметь формировать управляющие параметры для оптимизации процессов проектирования
	владеть инструментарием реализации оптимизационной стратегии проектирования с использованием робастных алгоритмов и процедур
УК-3	знать принципы распараллеливания цепочек проектирования в рамках единой командной стратегии
	уметь формировать комплексные критерии оптимального проектирования на основе частных критериев отдельных ветвей и цепочек проектирования

	владеть инструментарием многокритериальной оптимизации с использованием сверточных критериев и принципов Парето-оптимальности для получения оптимизированного робастного варианта проекта на основе решения частных задач оптимального проектирования в рамках командной стратегии
ОПК-3	знать перечень проектной документации, разрабатываемой в процессе реализации проекта
	уметь осуществлять оформление научно-технического отчета на основе полученного фактического материала в ходе реализации процесса проектирования
	владеть возможностями инструментария ANSYS WorkBench по выгрузке отчетов проектирования и сценариев оптимального проектирования в целях дальнейшей автоматизации проектных процедур

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектная деятельность» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
В том числе:			
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Самостоятельная работа	72	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	72	72
зач.ед.	4	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	ANSYS DM	Функционал модуля ANSYS DM. Проектирование элементов конструкции насосного оборудования с использованием ANSYS DM. Интеграция с современными программами CAD на платформе ANSYS WorkBench	24	24	48
2	Vista CPD-Volute-BladeDesign-TurboGrid-CFX	Функционал турбо-инструментов ANSYS. Проектирование лопатки, отвода центробежного насоса. Построение сеточной модели. Численный	24	24	48

		расчет в ANSYS CFX. Определение критериев качества проектирования			
3	ANSYS DX	Функционал модуля ANSYS DX. Оптимизация проектирования элементов конструкции насосного оборудования с использованием ANSYS DX. Принципы робастности и многокритериальности проектирования	24	24	48
Итого			72	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-2	знать этапы жизненного цикла проектов создания и эксплуатации гидравлических машин и гидропневмоагрегатов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формировать управляющие параметры для оптимизации процессов проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть инструментарием реализации оптимизационной стратегии проектирования с использованием робастных алгоритмов и процедур	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-3	знать принципы распараллеливания цепочек проектирования в	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	рамках единой командной стратегии			
	уметь формировать комплексные критерии оптимального проектирования на основе частных критериев отдельных ветвей и цепочек проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть инструментарием многокритериальной оптимизации с использованием сверточных критериев и принципов Парето-оптимальности для получения оптимизированного робастного варианта проекта на основе решения частных задач оптимального проектирования в рамках командной стратегии	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	знать перечень проектной документации, разрабатываемой в процессе реализации проекта	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять оформление научно-технического отчета на основе полученного фактического материала в ходе реализации процесса проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть возможностями инструментария ANSYS WorkBench по выгрузке отчетов проектирования и сценариев оптимального проектирования в целях дальнейшей автоматизации проектных процедур	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6, 7 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-2	знать этапы	Тест	Выполнение теста	Выполнение менее

	жизненного цикла проектов создания и эксплуатации гидравлических машин и гидропневмоагрегатов		на 70-100%	70%
	уметь формировать управляющие параметры для оптимизации процессов проектирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть инструментарием реализации оптимизационной стратегии проектирования с использованием робастных алгоритмов и процедур	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-3	знать принципы распараллеливания цепочек проектирования в рамках единой командной стратегии	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь формировать комплексные критерии оптимального проектирования на основе частных критериев отдельных ветвей и цепочек проектирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть инструментарием многокритериальной оптимизации с использованием сверточных критериев и принципов Парето-оптимальности для получения оптимизированного робастного варианта проекта на основе решения частных задач оптимального проектирования в рамках командной стратегии	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	знать перечень проектной документации, разрабатываемой в процессе реализации проекта	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь осуществлять оформление научно-технического отчета на основе полученного фактического материала в ходе	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	реализации процесса проектирования			
	владеть возможностями инструментария ANSYS WorkBench по выгрузке отчетов проектирования и сценариев оптимального проектирования в целях дальнейшей автоматизации проектных процедур	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

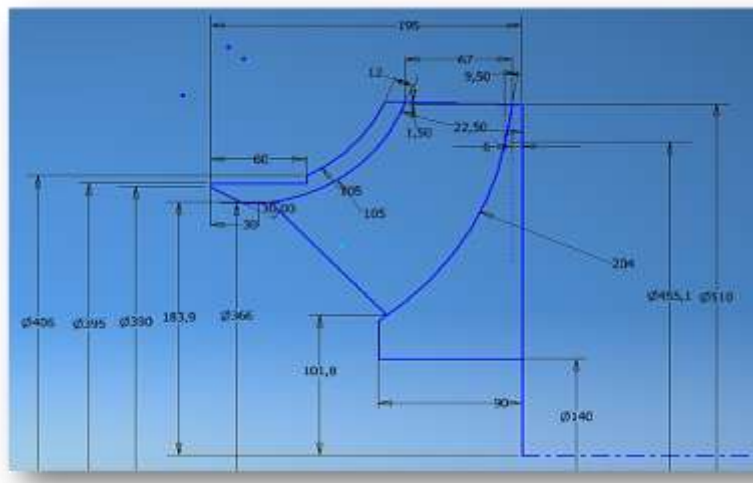
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

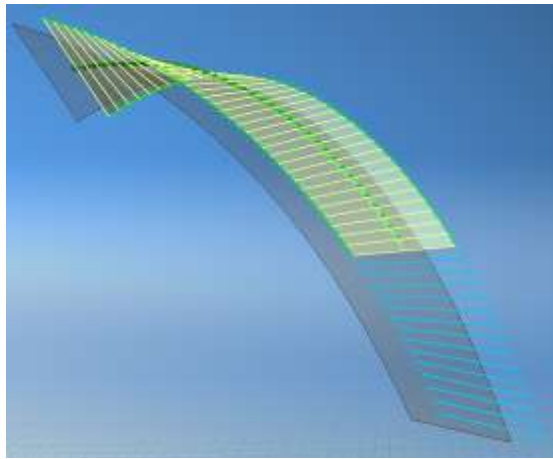
1. Импорт геометрии для 3D моделей осуществляется:

- в форматах распространенных CAD-систем: AutoCAD, SolidWorks, Autodesk Inventor;
- в форматах текстовых документов .txt, .doc, .rtf, .pdf;
- в форматах языков программирования Python, Java, C, C++, JavaScript;
- в нейтральных форматах: SAT, Parasolid, STEP, IGES.

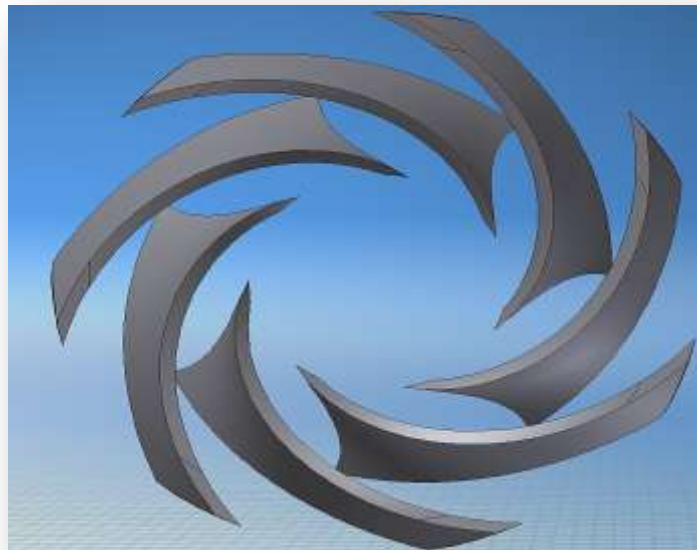
2. Что изображено на рисунке?



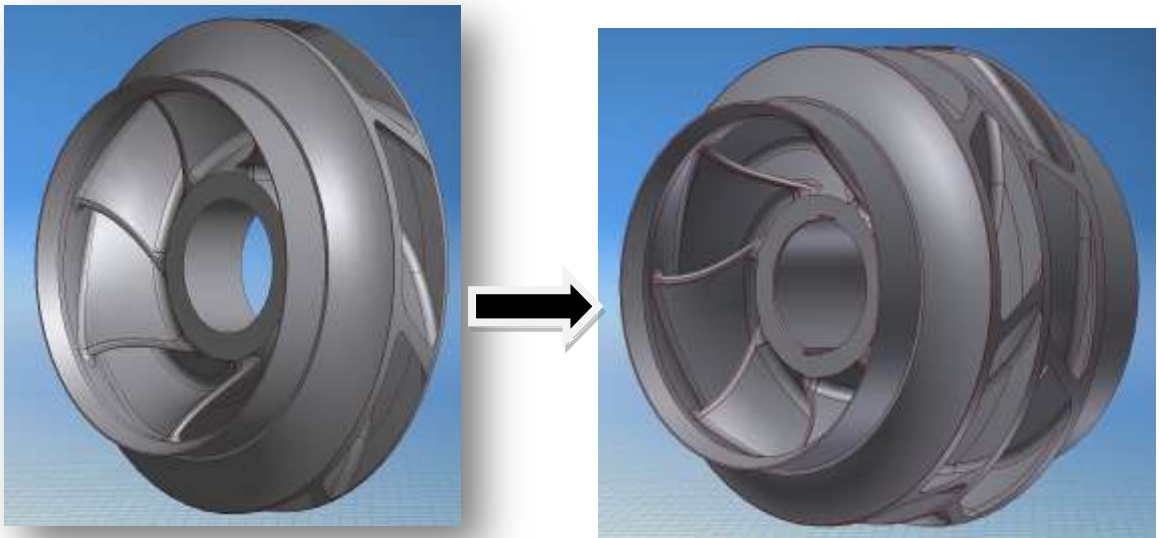
- вид 2D эскиза меридионального сечения рабочего колеса;
 - вид 3D эскиза с отрезками для формирования линейчатой поверхности;
 - вид замкнутого объема для формирования твердотельной модели лопатки рабочего колеса;
 - лопаточная решетка рабочего колеса.
3. Что изображено на рисунке?



- вид 2D эскиза меридионального сечения рабочего колеса;
 - вид 3D эскиза с отрезками для формирования линейчатой поверхности;
 - вид замкнутого объема для формирования твердотельной модели лопатки рабочего колеса;
 - лопаточная решетка рабочего колеса.
4. Что изображено на рисунке?



- вид 2D эскиза меридионального сечения рабочего колеса;
 - вид 3D эскиза с отрезками для формирования линейчатой поверхности;
 - вид замкнутого объема для формирования твердотельной модели лопатки рабочего колеса;
 - лопаточная решетка рабочего колеса.
5. Какие функции используются при проведении операции на рисунке?



- сопряжение;
 - зеркальное отражение;
 - создание 3D эскиза;
 - удлинение поверхности.
6. Что изображено на рисунке?



- создание сборочной осевой зависимости;
 - создание зависимости «заподлицо»;
 - создание зависимости «совмещения»;
 - "продавливание" вала через колесо.
7. Для чего служит функция "Выносной вид"?
- дает возможность редактировать сопроводительную информацию к чертежу;
 - создание выносного элемента позволяет дополнительно изобразить в нужном масштабе какую-либо часть объекта;
 - определяет параметры по умолчанию для дочерних видов;
 - для показа скрытых деталей или элементов на существующем виде.

8. Что изображено на рисунке?



- расстановка сил и моментов;
- устаревшие стандартные компоненты при вставке;
- схема сборки-разборки ротора;
- установка предпочтения для областей, в которых автоматически выбираются касательные смежные ребра.

9. Какой из объектов-entity возвращает объект Point2d?

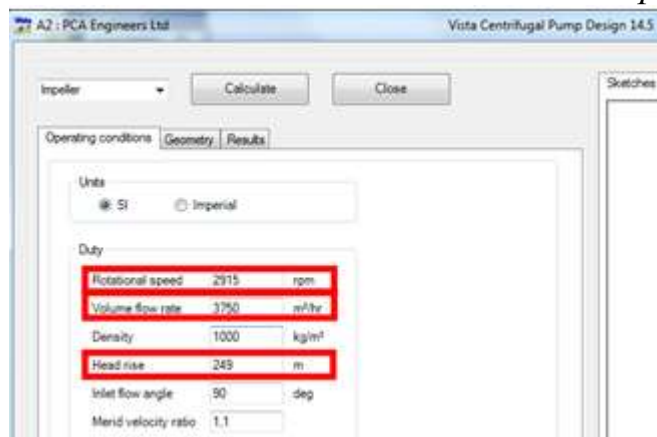
- вершина (vertex);
- рабочая точка (work point);
- точка в 3D-эскизе (3D sketch point);
- точка в 2D-эскизе (2D sketch point).

10. Для чего служит данная функция GetLengthAtParam?

- возвращает границы диапазона изменения параметра данной кривой;
- вычисляет значение параметра в точке, удаленной от другой параметрической точки на заданное расстояние вдоль кривой;
- вычисляет кривизну в точке, заданной параметром;
- вычисляет длину между точками кривой, которые соответствуют двум заданным значениям параметра.

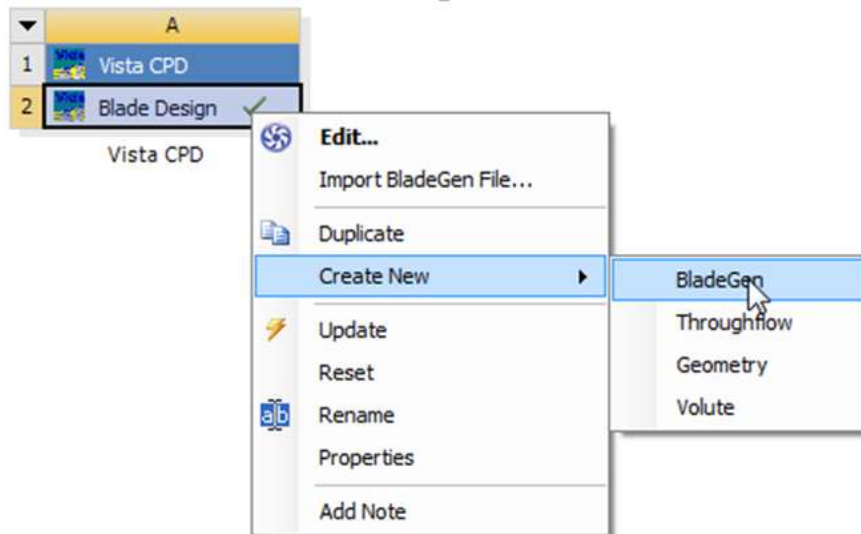
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какие исходные данные в Vista CPD вводятся на рисунке?



- скорость жидкости на входе, диапазон рабочего объема, высота подачи;
- частота вращения ротора, объёмный расход жидкости, напор;
- частота вращения ротора, объем паровой фазы, диаметр головного обтекателя;

- частота вращения ротора, объем твердых включений, напор.
2. Какой этап проектирования насоса изображен на рисунке?



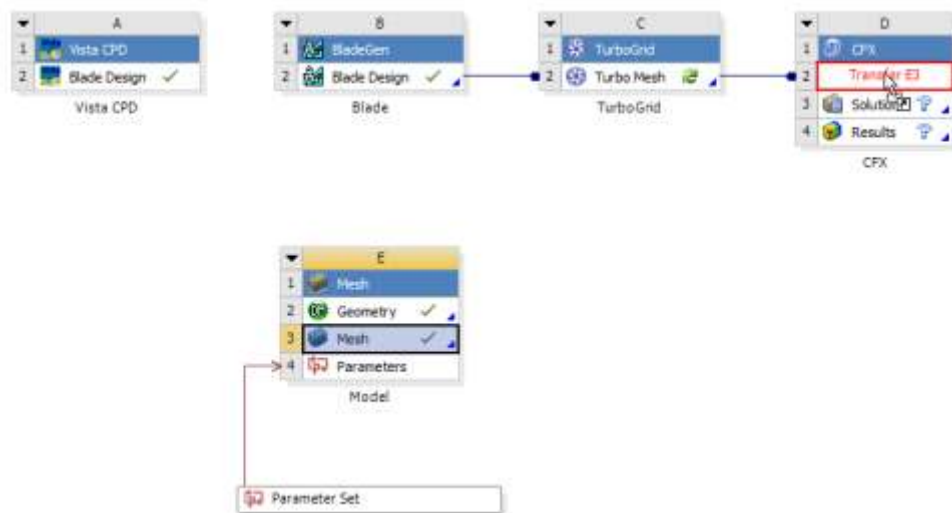
- формирование 3D геометрии рабочего колеса;
- проектирование улитки;
- проектирование подвода насоса;
- создание лопаточного отвода.

3. Какой этап проектирования насоса изображен на рисунке?

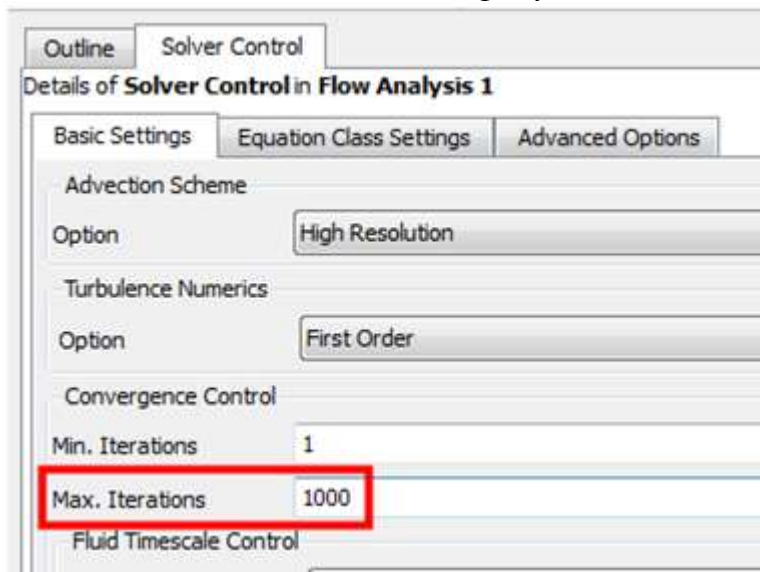


- формирование 3D геометрии рабочего колеса;
- проектирование улитки;
- проектирование подвода насоса;
- создание лопаточного отвода.

4. Почему используются два сеточных генератора на рисунке?

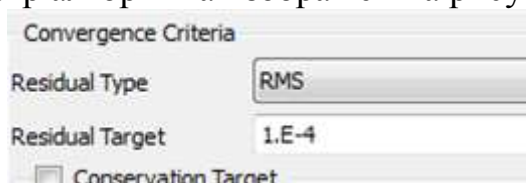


- построение сетки дублируется в разных модулях для выбора лучшего варианта сетки;
 - TurboMesh - это 2D сетка, а Mesh - пространственная;
 - ANSYS TurboGrid предназначен для работы с геометрией лопаток турбомашин, а Mesh служит для генерации сетки в неподвижных областях;
 - нижний модуль не задействован в проекте.
5. Что значит Max.Iterations =1000 на рисунке?



- максимальное значение невязки на произвольной итерации;
- количество линеаризованных уравнений в системе уравнений движения жидкости в проточной части насоса;
- временной лимит на расчет;
- максимальное количество итераций решения системы уравнений движения жидкости в проточной части насоса.

6. Что за параметр алгоритма изображен на рисунке?



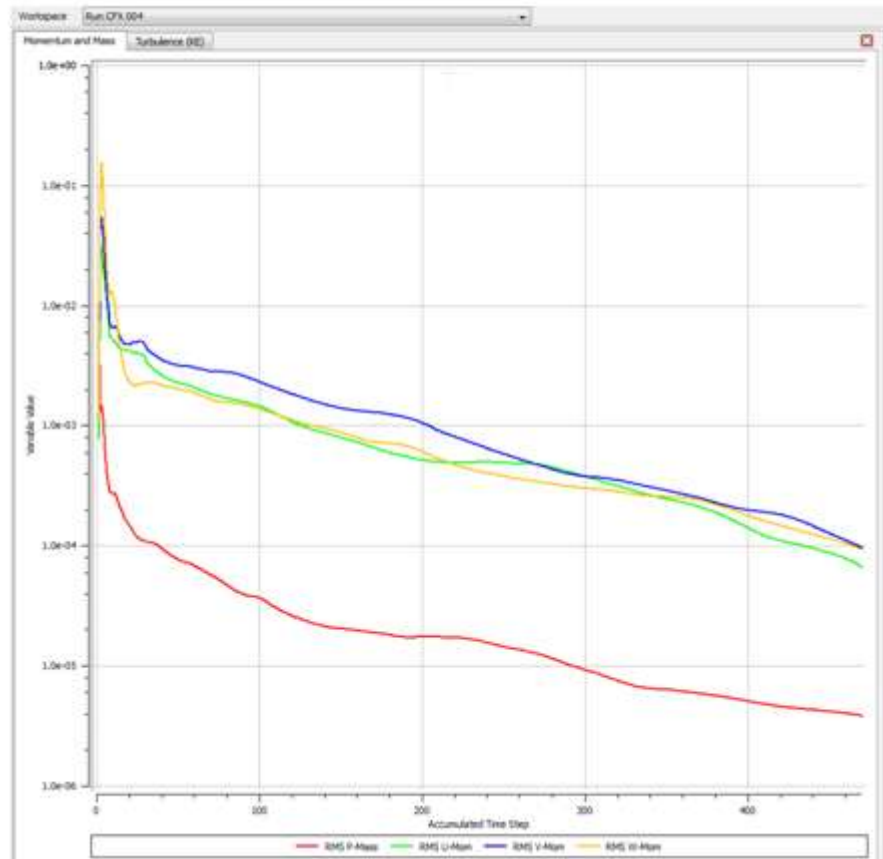
- начальное значение критерия сходимости;
- значение критерия сходимости в виде суммарной

среднеквадратической невязки по всем уравнениям, при котором решение считается достигнутым;

- максимальное значение невязки в узлах сетки, при достижении которого вычисления прекращаются;

- номинальное значение критерия сходимости в начале итерационного процесса.

7. Что показывает нижний (синий) график?



- изменение скорости от входа к выходу;

- изменение давления от входа к выходу;

- гидравлический удар в начальном сечении проточной части;

- изменение суммарной невязки решения уравнения неразрывности в процессе последовательных итераций.

8. Какой параметр изображен на рисунке?

Mass Averages			
Quantity	Inlet	Outlet	Ratio (Out/In)
Pressure	-2.51906e+006 kg m ⁻¹ s ⁻²	100327 kg m ⁻¹ s ⁻²	-0.0398270616666215
Total Pressure	-2.36111e+006 kg m ⁻¹ s ⁻²	207059 kg m ⁻¹ s ⁻²	-0.0876959211801504

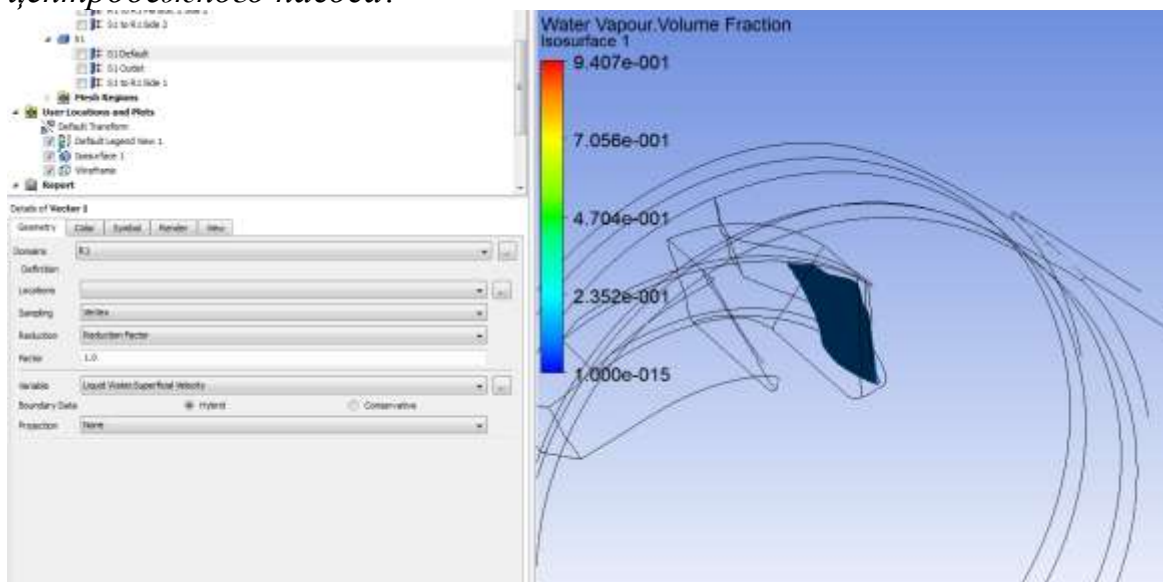
Results	
Torque (one blade row)	-1319.09 kg m ² s ⁻²
Torque (all blades)	-1319.09 kg m ² s ⁻²
Power (all blades)	-402664 kg m ² s ⁻³
Stagnation Pressure (Q_ref)	116478 kg m ⁻¹ s ⁻²
Discharge Coefficient (PHI_d)	0.620688
Static 'Pressure' Coefficient	22.4882
Total 'Pressure' Coefficient	22.0485
Performance Coefficient	14.1309
Euler Static Enthalpy Loss (delta HS)	1703.39 m ² s ⁻²
Euler Total Enthalpy Loss (delta HT)	1645.94 m ² s ⁻²
Static Enthalpy Loss (delta HSS)	2619.38 m ² s ⁻²
Total Enthalpy Loss (delta HTS)	2568.17 m ² s ⁻²
Static Isentropic Efficiency	1.53775
Total Isentropic Efficiency	1.5603
Global Isentropic Efficiency	1.59142
Efficiency From Power	0.949097
Total Head	261.791 m

- полный напор насоса;
- эффективность мощности;
- эффективность радиальной силы на ротор;
- гидравлический КПД насоса.

9. Какой инструмент предназначен для начального проектирования скелетной геометрии центробежного насоса?

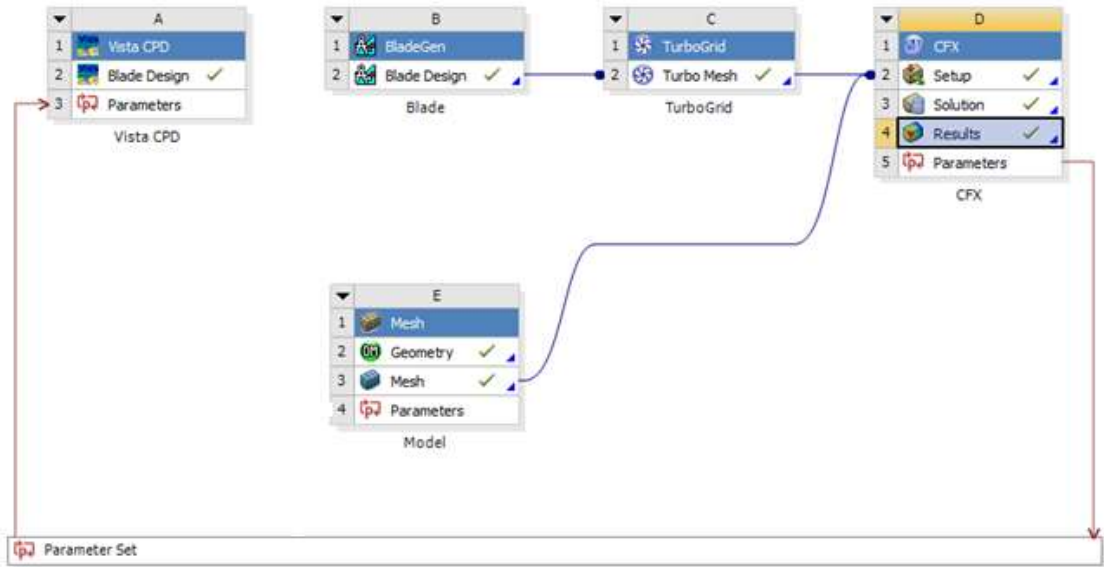
- CCD (Centrifugal Compressors Design);
- CPD (Centrifugal Pumps Design);
- AFD (Axial Fans Design);
- RTD (Radial Turbines Design).

10. Для чего нужно моделирование паровой фазы в проточной части центробежного насоса?



- для определения выносной скорости;
- для определения кавитационной характеристики насоса;
- для вычисления степени дегазации рабочего тела;
- для определения величины подогрева жидкости.

11. Для чего служит модуль B?



- для формирования меридионального сечения лопаточного колеса;
- в модуле проектируется лопастная система рабочего колеса;
- в модуле создается расчетная сетка;
- в модуле формируются граничные условия (на входе, выходе, стенках, интерфейсах) и параметры моделирования.

12. Что такое Response Surface Type?

Properties of Schematic A3: Response Surface		
	A	B
1	Property	Value
2	General	
3	Component ID	Response Surface
4	Directory Name	RSO
5	Notes	
6	Notes	
7	Design Points	
8	Preserve Design Points After DX Run	<input type="checkbox"/>
9	Failed Design Points Management	
10	Number of Retries	0
11	Meta Model	
12	Response Surface Type	Standard Response Surface - Full 2...
13	Refinement	Standard Response Surface - Full 2nd Order Polynomials
14	Refinement Type	Kriging
15	Verification Points	Non-Parametric Regression
16	Generate Verification Point	Neural Network
		Sparse Grid

- тип поверхности отклика;
- способ нахождения экстремума суррогатной модели;
- тип оптимизации целевой функции из Parameter Set;
- перечень методов оптимизации.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Спроектировать скелетную геометрию проточной части магистрального нефтяного насоса (подача 7000 м³/ч и напор 200 м).

2. Спроектировать пространственную лопатку рабочего колеса магистрального нефтяного насоса (подача $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 200 м).

3. Спроектировать отвод магистрального нефтяного насоса (подача $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 200 м)

4. Построить расчетную сетку для лопастной системы рабочего колеса магистрального нефтяного насоса (подача $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 200 м).

5. Провести расчет гидравлического КПД проточной части магистрального нефтяного насоса (подача $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 200 м).

6. Построить зависимость напора от подачи магистрального нефтяного насоса (подача $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор 200 м) по трем точкам $\pm 10\%$ от номинальной подачи.

7. Провести аппроксимацию таблицы с помощью нейронной сети. Найти значения критериев качества суррогатной модели

	A	B	C	D
1	Name	P1 - Beta1	P2 - Beta2	P3 - КПД
2	1 (DP 0)	16	22	0,94752
3	2	18,5	19,5	0,94266
4	3	13,5	24,5	0,94536
5	4	14,75	20,75	0,9495
6	5	19,75	25,75	0,93047
7	6	17,25	18,25	0,94654
8	7	12,25	23,25	0,9837
9	8	12,875	20,125	0,95193
10	9	17,875	25,125	0,93721
11	10	20,375	17,625	0,93823
12	11	15,375	22,625	0,94684
13	12	14,125	18,875	0,95191
14	13	11,625	26,375	0,9402
15	14	16,625	21,375	0,94632
16	15	19,125	23,875	0,93613
17	16	11,938	21,688	0,94881

8. Провести аппроксимацию предыдущей таблицы с помощью полного квадратичного полинома. Найти значения критериев качества суррогатной модели

9. Провести оптимизацию суррогатной модели по двум критериям (КПД и радиальной силе на ротор)

10. Создать макрос проектирования центробежного насоса и запустить его на исполнение

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Состав, назначение и порядок взаимодействия проектных процедур

2. Объекты *TransientGeometry* в составе *Autodesk Inventor*

3. Турбо инструменты *ANSYS WorkBench*

4. Функционал модуля *Vista CPD*

5. Функционал модуля *BladeGen*

6. Функционал модуля *TurboGrid*

7. Функционал инструментария *CFX Pre*

8. Функционал инструментария *CFX Solver*

9. Функционал инструментария *CFX Post*

10. Функционал модуля *DesignXplore*

11. Нейросетевые вычислительные системы

12. Методы робастной оптимизации

13. Типы суррогатных моделей в методологии Response Surface Optimization

14. Создание параметризованных моделей для автоматизации многовариантного проектирования

15. Макросы автоматизированного проектирования в ANSYS

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20. Положительное решение о зачете принимается в случае правильного ответа более чем на 50% тестовых заданий

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	ANSYS DM	УК-2, УК-3, ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Vista CPD-Volute-BladeDesign-TurboGrid-CFX	УК-2, УК-3, ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	ANSYS DX	УК-2, УК-3, ОПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи

компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. **Каплун, Александр Борисович.** ANSYS в руках инженера [Текст] : практическое руководство / Каплун Александр Борисович, Морозов Евгений Михайлович, Олферьева Маргарита Александровна. - Изд. 2-е, испр. - Москва : УРСС, 2004 (М. : ООО "РОХОС", 2004). - 269 с (<https://bibl.cchgeu.ru/catalog/ExtSearch.asp>)

2. **Чигарев Анатолий Власович.** ANSYS для инженеров [Текст] : справочное пособие / Чигарев Анатолий Власович, Кравчук Александр Степанович, Смалюк Антон Федорович. - Москва : Машиностроение, 2004 (М. : Тип. "Наука", 2004). - 511 с (<https://bibl.cchgeu.ru/catalog/ExtSearch.asp>)

3. **Басов, К. А.** ANSYS [Электронный ресурс] : Справочник пользователя / К. А. Басов ; К. А. Басов. - ANSYS ; 2024-09-24. - Саратов : Профобразование, 2019. - 640 с. - Лицензия до 24.09.2024. - ISBN 978-5-4488-0064-1. URL: <http://www.iprbookshop.ru/87978.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Электронная информационно-образовательная среда университета <https://old.education.cchgeu.ru/>

2. Консультирование посредством электронной почты

3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий

4. Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области математического моделирования на профильных специализированных сайтах (форумах)

5. Программное обеспечение

ANSYS DesignModeler

ANSYS CFD Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

ANSYS HPC Pack

ANSYS Geometry Interface for Parasolid

ANSYS CFX

ANSYS Fluent

6. Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (электронный каталог научно-технической библиотеки):

<https://cchgeu.ru/university/library/>

7. Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ с компьютеров ВУЗа) <http://e.lanbook.com>

8. Информационно-аналитическая система SCINCE INDEX <http://elibrary.ru/>

9. Официальные сайты предприятий нефтегазового комплекса

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины «Проектная деятельность» требует учебной аудитории для проведения учебных занятий, оборудование:

комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);
- микроскоп МИМ-7 – 4шт;
- микроскоп МИМ-8;
- твердомерТК-2.

Технические средства обучения: переносное техническое оборудование:

- проектор;
- экран;
- переносной компьютер.

Для самостоятельной работы используется «Помещение для самостоятельной работы»/«Методический кабинет»

Оборудование кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран для проектора
- ноутбук
- персональный компьютер с возможностью подключения к сети

"Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Проектная деятельность» проводятся практические занятия.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета и оптимизации проточной части центробежных лопаточных машин. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Практическое	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с

занятие	конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--