

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **В.Ю. Бажин**

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль):	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Белоглазов И.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке».

Составитель _____ к.т.н., доцент И.И. Белоглазов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизация технологических процессов и производств от 31 августа 2021 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой АТПП _____ д.т.н., доцент В.Ю. Бажин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса. _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – изучение методов физико-химического моделирования с использованием современных средств проектирования, анализа и оптимизации численных моделей

Задачи дисциплины:

- формирования у студентов принципов построения проектных решений с использованием систем компьютерного моделирования.
- изучение широкого класса задач, решаемых при помощи методов вычислительной гидродинамики
- приобретение навыков работы в современных программных комплексах CAD и FEM систем
- получение представлений об областях применения методов конечно-элементного анализа, о методах численного решения физико-химических задач и их применение при выполнении инженерных проектов методами конечно элементного анализа экспериментальных данных и использование их результатов при оценке адекватности модели

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке» и изучается в 6 семестре

Особенностью дисциплины является изучение методов физико-химического моделирования и специализированных программных комплексов

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проводить предпроектное обследование технологического процесса как объекта управления	ПКС-2	ПКС-2.1. Знает современные способы реализации технологических процессов нефтегазопереработки; типы технологических процессов и их назначение; классификацию нефтей, требования к продуктам нефтегазопереработки
		ПКС-2.2. Знает принципы работы технологического и вспомогательного оборудования нефтегазопереработки
Способен разрабатывать отдельные разделы проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом	ПКС-3	ПКС-3.5. Умеет разрабатывать отдельные разделы проектов систем автоматизированного управления технологическими процессами
		ПКС-3.7. Владеет навыками использования прикладных программных средств при проектировании систем автоматизированного управления, в том числе с применением современных цифровых технологий; навыками настройки операционных систем для решения

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		практических задач
Способен оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки проекта автоматизированной системы управления	ПКС-4	ПКС-4.2. Умеет оформлять при помощи специализированных компьютерных программ отдельные разделы проектов систем автоматизированного управления технологическими процессами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов» составляет 4 зачетные единицы или 144 ак. часов

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	93	93
Выполнение домашних заданий	20	20
Оформление отчетов и защита лабораторных работ	60	60
Подготовка к дифф. зачету	13	13
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Введение в физико-химическое	50	5	-	14	31

моделирование. Трёхмерное моделирование					
Раздел 2. Генерация конечно-элементной сетки	46	5	-	10	31
Раздел 3. Выполнение численных расчётов	48	7	-	10	31
Итого:	144	17	-	34	93

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение в физико-химическое моделирование. Трёхмерное моделирование	Общие вопросы использования методов вычислительной гидродинамики техники при решении задач физико-химического моделирования. Основы проектирования в Design Modeler. Инструменты моделирования. Особенности создания и исправления геометрии. Особенности создания геометрии для CFD	5
2.	Генерация конечно-элементной сетки	Введение в Ansys Meshing. Методы построения вычислительной сетки. Глобальные и локальные настройки сетки. Качество сетки и продвинутые опции.	5
3.	Выполнение численных расчётов	Введение в Ansys CFX. Выбор базовых параметров гидродинамического анализа. Задание начальных и граничных условий. Выбор и настройка численных моделей. Особенности постпроцессинга. Представление полученных результатов моделирования в различном виде. графическом, Сравнение результатов	7
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

Практические работы не предусмотрены

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Основы работы в Ansys Workbench	2
2		Основы работы в DesignModeler. Создание Эскизов	2
3		Использование инструментов трёхмерного моделирования	2
4		Моделирование твердотельной геометрии	6
5	Раздел 2	Введение в Ansys Meshing. Основы построение сеток	2
6		Глобальные настройки вычислительных сеток	2
7		Локальные настройки вычислительных сеток	2
8		Методы построения вычислительных сеток	4
9	Раздел 3	Моделирование движения жидкости в патрубке	8
10		Обработка полученных результатов	4
Итого:			34

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

Раздел 1. Введение в физико-химическое моделирование. Трёхмерное моделирование

1. Что называется конечно-элементной моделью?
2. Что такое степени свободы элемента, модели?
3. Как выполняется аппроксимация искомым функций в МКЭ?
4. Назовите типы конечных элементов. Что означает порядок конечного элемента?
5. Как выводятся общие уравнения МКЭ из условий равновесия узлов?

Раздел 2. Генерация конечно-элементной сетки

1. В каком модуле выполняется разбиение геометрических моделей конечно-элементной сеткой?
2. Назовите два подхода создания конечно-элементной сетки. Какие методы относятся к каждому подходу?
3. Опишите порядок действий при создании конечно-элементной сетки.
4. Какие элементы используются при разбиении объемных тел, плоских оболочек, одномерных тел?
5. Какие возможности имеются в Ansys Workbench для генерации сетки для сборок (составных деталей)?

Раздел 3. Выполнение численных расчётов

1. Какие виды нагрузок доступны для моделирования в Static Structure?

2. Перечислите инерционные нагрузки, которые могут быть заданы в конструкционном анализе Workbench?
3. Назовите конструкционные нагрузки, задаваемые в разделе Loads панели инструментов Environment.
4. Какие граничные условия задаются в разделе Supports?
5. Какой параметр модели материала должен быть задан обязательно, чтобы стало возможным приложение инерционных нагрузок?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету (по дисциплине):

1. Запишите матричное уравнение жёсткости элемента.
2. Как обосновать МКЭ на базе принципа возможных перемещений?
3. Запишите разрешающие уравнения МКЭ для статического деформирования.
4. Как выполняется сборка общих матриц из элементных?
5. Назовите основные свойства матрицы жёсткости.
6. Как учитываются граничные условия в перемещениях (связи)?
7. Как привести распределённые нагрузки к узловым?
8. Назовите методы решения уравнений МКЭ в статической задаче.
9. Каковы возможные причины нелинейности уравнений МКЭ?
10. Как записывается матричное дифференциальное уравнение движения МКЭ?
11. Что такое матрица масс и матрица демпфирования?
12. В чем заключается вариационный способ обоснования МКЭ для задачи теплопроводности?
13. Запишите основные матрицы МКЭ для задачи теплопроводности.
14. Запишите разрешающие уравнения МКЭ для стационарной и нестационарной задач теплопроводности.
15. Как решаются дифференциальные уравнения МКЭ для нестационарной задачи теплопроводности?
16. Каковы особенности реализации МКЭ в программе ANSYS?
17. В каком модуле выполняется разбиение геометрических моделей конечно-элементной сеткой?
18. Назовите два подхода создания конечно-элементной сетки. Какие методы относятся к каждому подходу?
19. Опишите порядок действий при создании конечно-элементной сетки.
20. Какие элементы используются при разбиении объемных тел, плоских оболочек, одномерных тел?
21. Какие возможности имеются в Ansys Workbench для генерации сетки для сборок (составных деталей)?
22. С помощью какой опции возможна генерация структурированной сетки на поверхности? Элементы какой формы используются для генерации структурированной сетки?
23. Для чего предназначена опция Match Control выпадающего меню панели инструментов?
24. Для чего предназначена кнопка New Section Plane на панели инструментов?
25. Создайте объем произвольной формы и сгенерируйте сетку, получаемую по умолчанию. Проведите горизонтальную плоскость сечения. Проанализируйте конечно-элементную сетку для каждой части, используя целые и рассеченные элементы.
26. Назовите причины возникновения ошибок при генерации конечноэлементной сетки.
27. Для чего предназначена кнопка Virtual Topology на панели инструментов?
28. Что представляет собой виртуальная ячейка Virtual Cell...
29. К какой части модели может быть приложено ускорение?
30. Какие параметры задаются при задании нагрузок в виде вектора?
31. Чем отличается задание нагрузки с помощью компонент Components по осям координат?

32. Приложите к модели гравитационное ускорение Standard Earth Gravity. Направление ускорения задайте вдоль оси Y пользовательской (вновь созданной) системы координат.

33. Задайте угловое ускорение модели с помощью команды Rotational Velocity. Как в графическом окне изображается заданное ускорение?

34. Перечислите способы задания давления. Приложите давление в 10 Па к поверхности модели.

35. О чем говорит знак параметра Magnitude?

36. Задайте давление жидкости на несколько поверхностей вашей модели. Что является обязательным параметром для определения гидростатического давления?

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	С помощью чего задаются размерные параметры?	<ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью инструментов группы Dimensions 2. С помощью инструментов группы Sizing 3. С помощью инструментов группы Scale 4. С помощью инструментов группы Measure
2.	Какие операции можно производить с базовыми плоскостями?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перемещать и вращать 2. Перемещать и вращать относительно других плоскостей 3. Создавать новые плоскости с использованием базовых 4. Перемещать и вращать и создавать новые плоскости с использованием базовых
3.	С помощью какой операции можно обрезать фигуру или грань?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Delete 2. Remove 3. Slice 4. Trim
4	Какая настройка отвечает за промежуточные клетки при построении вспомогательной сетки на плоскости?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grid 2. Major Grid Spacing 3. Minor-Steps per Major 4. Snaps per Minor
5	Какой инструмент редактирования эскиза позволяет создать фаску?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fillet 2. Chamfer 3. Corner 4. Split
6	Выберите не правильный тип тела в DesinModeler.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литейное тело 2. Поверхностное тело 3. Жидкое тело 4. Твердое тело
7	Какой особенностью обладают «замороженные» тела?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Являются независимыми от других тел 2. Не включаются в последующий расчет 3. Становятся невидимыми 4. Замороженные тела невозможно переместить
8	С помощью какого метода можно выдавить эскиз до ближайшей поверхности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sweep - To Faces 2. Loft - To Surface 3. Extrude - To Faces 4. Revolve - To Surface
9	С помощью какой опции можно вырезать одно тело из другого?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Add Frozen 2. Cut Material 3. Imprint Faces 4. Slice Material

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
10	При использовании метода Skin/Loft сколько граней могут иметь профили по которым создается трехмерная геометрия	1. Не более 10 2. Не менее 10 3. Одинаковое количество 4. Как минимум 3 грани
11	Что такое Pattern?	1. Создание закругления. 2. Создание оболочки 3. Создание копий объектов 4. Создание тел симметрии
12	С помощью какой опции можно получить пересечение тел?	1. Cut material 2. Slice material 3. Boolean Intersection 4. Boolean Unite
13	Для чего не используется Named Selection?	1. Настройки отображения 2. Определение граничных условий 3. Применение настроек сетки 4. Определение порядка построения сетки
14	Как создается сетка для многотельных частей (Multi-body part)?	1. Не связанная сетка на границе 2. Связанная сетка на границе если топология установлена в автоматический режим 3. Не связанная сетка на границе если топология установлена в режим по умолчанию 4. Связанная сетка
15	Какую операцию с телами необходимо использовать чтобы получить внутренне пространство трубопровода?	1. Fill by Cavity 2. Enclosure 3. Fill by Caps 4. Surface Extension
16	В каком случае построение вычислительной сетки будет происходить независимо для каждого тела и на границе тел будет не связанная сетка?	1. Multi-body Parts 2. Multiple – body Parts 3. Single body 4. Multiple Parts
17	При каком методе построение сетки начинается из внутреннего объема тела а затем проецируется на поверхность?	1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
18	Какой метод использует в основном гексагональные элементы?	1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Tetrahedral Meshing
19	В автоматическом методе, тела для которых невозможно использовать метод протяжки (Sweep) при построении сетки используют следующий метод	1. Patch Conforming 2. Hex Dominant 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
20	При каком условии можно создать инфляцию для метода Sweep?	1. Manual source и/или Manual target 2. Только Manual source 3. Manual Thin 4. Automatic Thin

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	С помощью какой опции можно получить пересечение тел?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cut material 2. Slice material 3. Boolean Intersection 4. Boolean Unite
2.	Для чего не используется Named Selection?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Настройки отображения 2. Определение граничных условия 3. Применение настроек сетки 4. Определение порядка построения сетки
3.	Как создается сетка для многотельных частей (Multi-body part)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не связанная сетка на границе 2. Связанная сетка на границе если топология установлена в автоматический режим 3. Не связанная сетка на границе если топология установлена в режим по умолчанию 4. Связанная сетка
4	Какую операцию с телами необходимо использовать чтобы получить внутренне пространство трубопровода?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fill by Cavity 2. Enclosure 3. Fill by Caps 4. Surface Extension
5	В каком случае построение вычислительной сетки будет происходить независимо для каждого тела и на границе тел будет не связанная сетка?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Multi-body Parts 2. Multiple – body Parts 3. Single body 4. Multiple Parts
6	Выберите не правильный тип тела в DesignModeler.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литейное тело 2. Поверхностное тело 3. Жидкое тело 4. Твердое тело
7	Какой особенностью обладают «замороженные» тела?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Являются независимыми от других тел 2. Не включаются в последующий расчет 3. Становятся невидимыми 4. Замороженные тела невозможно переместить
8	Какой метод использует в основном гексагональные элементы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Tetrahedral Meshing
9	В автоматическом методе, тела для которых невозможно использовать метод протяжки (Sweep) при построении сетки используют следующий метод	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patch Conforming 2. Hex Dominant 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
10	При использовании метода Skin/Loft сколько граней могут иметь профили по которым создается трехмерная геометрия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не более 10 2. Не менее 10 3. Одинаковое количество 4. Как минимум 3 грани
11	Что такое Pattern?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание закругления. 2. Создание оболочки 3. Создание копий объектов 4. Создание тел симметрии
12	С помощью чего задаются размерные параметры?	<ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью инструментов группы Dimensions 2. С помощью инструментов группы Sizing 3. С помощью инструментов группы Scale 4. С помощью инструментов группы Measure

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
13	Какие операции можно производить с базовыми плоскостями?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перемещать и вращать 2. Перемещать и вращать относительно других плоскостей 3. Создавать новые плоскости с использованием базовых 4. Перемещать и вращать и создавать новые плоскости с использованием базовых
14	С помощью какой операции можно обрезать фигуру или грань?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Delete 2. Remove 3. Slice 4. Trim
15	Какая настройка отвечает за промежуточные клетки при построении вспомогательной сетки на плоскости?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grid 2. Major Grid Spacing 3. Minor-Steps per Major 4. Snaps per Minor
16	Какой инструмент редактирования эскиза позволяет создать фаску?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fillet 2. Chamfer 3. Corner 4. Split
17	При каком методе построение сетки начинается из внутреннего объема тела а затем проецируется на поверхность?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
18	Какой метод использует в основном гексагональные элементы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Tetrahedral Meshing
19	С помощью какого метода можно выдавить эскиз до ближайшей поверхности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sweep - To Faces 2. Loft - To Surface 3. Extrude - To Faces 4. Revolve - To Surface
20	С помощью какой опции можно вырезать одно тело из другого?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Add Frozen 2. Cut Material 3. Imprint Faces 4. Slice Material

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	При использовании метода Skin/Loft сколько граней могут иметь профили по которым создается трехмерная геометрия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не более 10 2. Не менее 10 3. Одинаковое количество 4. Как минимум 3 грани
2.	Что такое Pattern?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание закругления. 2. Создание оболочки 3. Создание копий объектов 4. Создание тел симметрии
3.	С помощью какой опции можно получить пересечение тел?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cut material 2. Slice material 3. Boolean Intersection 4. Boolean Unite

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
4	Для чего не используется Named Selection?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Настройки отображения 2. Определение граничных условия 3. Применение настроек сетки 4. Определение порядка построения сетки
5	Как создается сетка для многотельных частей (Multi-body part)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не связная сетка на границе 2. Связная сетка на границе если топология установлена в автоматический режим 3. Не связная сетка на границе если топология установлена в режим по умолчанию 4. Связная сетка
6	Выберите не правильный тип тела в DesinModeler.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литейное тело 2. Поверхностное тело 3. Жидкое тело 4. Твердое тело
7	Какой особенностью обладают «замороженные» тела?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Являются независимыми от других тел 2. Не включаются в последующий расчет 3. Становятся невидимыми 4. Замороженные тела невозможно переместить
8	С помощью какого метода можно выдавить эскиз до ближайшей поверхности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sweep - To Faces 2. Loft - To Surface 3. Extrude - To Faces 4. Revolve - To Surface
9	С помощью какой опции можно вырезать одно тело из другого?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Add Frozen 2. Cut Material 3. Imprint Faces 4. Slice Material
10	При использовании метода Skin/Loft сколько граней могут иметь профили по которым создается трехмерная геометрия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не более 10 2. Не менее 10 3. Одинаковое количество 4. Как минимум 3 грани
11	Какой инструмент редактирования эскиза позволяет создать фаску?	<ol style="list-style-type: none"> 5. Fillet 6. Chamfer 7. Corner 8. Split
12	При каком методе построение сетки начинается из внутреннего объема тела а затем проецируется на поверхность?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
13	Какой метод использует в основном гексагональные элементы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Tetrahedral Meshing
14	С помощью какого метода можно выдавить эскиз до ближайшей поверхности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sweep - To Faces 2. Loft - To Surface 3. Extrude - To Faces 4. Revolve - To Surface
15	С помощью какой опции можно вырезать одно тело из другого?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Add Frozen 2. Cut Material 3. Imprint Faces 4. Slice Material
16	Какой инструмент редактирования эскиза позволяет создать фаску?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fillet 2. Chamfer 3. Corner 4. Split

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
17	Какие операции можно производить с базовыми плоскостями?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перемещать и вращать 2. Перемещать и вращать относительно других плоскостей 3. Создавать новые плоскости с использованием базовых 4. Перемещать и вращать и создавать новые плоскости с использованием базовых
18	С помощью какой операции можно обрезать фигуру или грань?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Delete 2. Remove 3. Slice 4. Trim
19	Какая настройка отвечает за промежуточные клетки при построении вспомогательной сетки на плоскости?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grid 2. Major Grid Spacing 3. Minor-Steps per Major 4. Snaps per Minor
20	Какой инструмент редактирования эскиза позволяет создать фаску?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fillet 2. Chamfer 3. Corner 4. Split

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 6: Флотация. Физико-химическое моделирование процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2018. — 607 с. <https://e.lanbook.com/book/74367>.
2. Зиновьев, В.В. Моделирование систем при помощи компьютерной имитации и анимации: учеб. пособие для студентов специальности 220301 "Автоматизация технолог. процессов в машиностроении" [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Зиновьев, А.Н. Стародубов. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 118 с. <https://e.lanbook.com/book/6604>
3. Моделирование химико-технологических процессов: Учебник/Ефремов Г.И. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-011030-1 <http://znanium.com/bookread2.php?book=510221>
4. Моделирование систем управления с применением Matlab: Учебное пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016 <http://znanium.com/bookread2.php?book=474709>
5. Компьютерные технологии в научных исследованиях энергоэффективности потребительских энергосистем АПК: Методология исследования инновационных электротехнологических процессов в программном комплексе ANSYS: учебное пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков, А.В. Котов, К.Н. Обухов; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2014. - 196 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445933>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Белоглазов, И. Н. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии [Текст] : учеб. пособие / И. Н. Белоглазов, Н. А. Романова, Ю. В. Шариков. - СПб. : Горн. ун-т, 2012 http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088408%2F%D0%91%2043%2D989199<.>
2. Шариков, Ю. В. Реакторное оборудование в процессах нефтегазопереработки [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Шариков, И. Н. Белоглазов. - СПб. : Горн. ун-т, 2012 http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088335%2F%D0%A8%2025%2D152919<.>
3. Бруйка В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench: Учебное пособие. / Бруйка В.А., В.Г. Фокин, Я.В. Курвева.- Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2013. -148с.: ил.
4. Бруйка В.А., В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов. — Учебное пособие. — Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2010. — 271 с.
5. Таранова, Л.В. Оборудование подготовки и переработки нефти и газа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.В. Таранова, А.Г. Мозырев. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014 <https://e.lanbook.com/book/64509>
6. Юн А. Исследование течений и прочностной анализ. Монография. 427 страниц. "ЛЕНАНД". Москва. Россия. 2013.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Белоглазов И.И. Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов. CFD-моделирование: учебно-методическое пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации Санкт-Петербургский Горный Университет. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. - 27 с.
2. Белоглазов И.И. Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов. Построение вычислительной сетки: Методические указания к самостоятельной работе для студентов бакалавриата направления 15.03.04 (учебно-методическое пособие) / Белоглазов И.И., Д. В Горленков, Р. Ю. Фещенко Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский горный университет. – СПб : Горный университет, 2018. – 18 с.
3. Белоглазов И.И. Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов: учебно-методическое пособие Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский горный университет. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2019. - 87 с
4. Петров П.А, Численные методы в инженерном анализе: учебное пособие // Белоглазов И.И. Кускова Я.В. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский горный университет. – СПб: Инфо-да, 2020. - 128 с. – ISBN 978-5-94652-658-6

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. CAElinux <http://www.caelinux.com/CMS/>
2. Adams for Multibody Dynamics <http://www.mscsoftware.com/Contents/Products/CAE-Tools/Adams.aspx>
3. Универсальный механизм: динамика машин и механизмов, динамика автомобилей и железнодорожных экипажей, прикладная механика, кинематика, обратная кинематика <http://www.umlab.ru/>
4. EULER — автоматизированный динамический анализ многокомпонентных механических систем <http://www.euler.ru/>
5. frund — Комплекс моделирования динамики систем твердых и упругих тел <http://frund.vstu.ru>
6. MBDyn — MultiBody Dynamics <http://www.aero.polimi.it/~mbdyn/>
7. ITI — Supporting your visions!: SimulationX <http://www.simulationx.com/>
8. http://www.espotec.ru/art_prot.htm
9. <http://www.cadmaster.ru/>
10. <http://www.sapr.ru>
11. <http://www.cadcamcae.lv>
12. <http://www.cadcatalog.ru/>
13. <http://www.rodnik.ru/product/sapr/edaexpress/>
14. <http://isicad.ru>
15. <http://www.solidworld.ru/>) — SolidWorld
16. <http://fsapr2000.ru/> — Конференция САПР2000 (бывший САПР2К), посвящённая использованию CAD/CAE/CAM-технологий
17. <http://www.procae.ru/proCAE> — статьи по программам ANSYS, STAR-CD, QForm, Nastran, Fluent и др.
18. <http://www.ansys.spb.ru/> — Новости CAE-системы ANSYS на русском языке
19. http://www.FEA.ru/ANSYS_LSDYNA_AviGallery.html — AVI-Галерея (более 150 анимационных фильмов), иллюстрирующая результаты исследований, выполненных сотрудниками CompMechLab® СПбГИУ с помощью CAE-систем ANSYS, LS-DYNA, SIMULIA/Abaqus
20. <http://www.ansys.spb.ru/ansys-wall-planner/> — Результаты ежегодных Всемирных конкурсов CAE- системы ANSYS Multiphysics Image Gallery Competition

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Лекционный курс читается с мультимедийным сопровождением - демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного проектора. В ходе лекций так же проходятся мастер классы моделирования и демонстрация некоторых особенностей программного обеспечения. Лекционная ауд. 3308. 30 посадочных мест Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 16 шт., стул – 31 шт., доска учебная с регулировкой высоты -1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий.

Аудитории для лабораторных занятий является специализированный компьютерный класс, оснащённый современной компьютерной техникой на базе процессоров i5 и выше. В процессе обучения используется компьютерный класс Schneider Electric 3307. 16 посадочных мест Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 9 шт., стул – 17, стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 1 – 1 шт., стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 2 – 1 шт., система управления взрывобезопасностью автоматизированным конвейерным транспортом и погрузочно-разгрузочными машинами – 1 шт., компьютер LenovoDesktopTCM900 – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор LenovoThinkVision 21.5” E2223s 1920x1080 LED- 13 шт., рабочее место автоматизированное – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования». Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение: Ansys Student (свободно распространяемое программное обеспечение)

1. Microsoft Windows 7 Professional (договор бессрочный ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 "На поставку продукции")

2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)