

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ»

Специальность:	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация:	Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Институт химического и нефтяного машиностроения
Факультет:	Механический факультет
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Процессов и аппаратов химической технологии»
Курс; семестр	3; 5, 6

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	36	1
Практическое занятие	72	2
Контроль самостоятельной работы	72	2
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации: Дифференцированный зачет (5 сем), Экзамен (6 сем)	36	1
Всего	324	9

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 1343 от 28.10.2016) по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов для специализации «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

К.А. Алексеев

Доцент

Л.Р. Минибаева

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Процессов и аппаратов химической технологии», протокол от 13.05.2021 г. № 8.

Заведующий кафедрой *Согласовано* А.В. Клинов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы» являются:

- а) способность корректно ставить задачи в комплексе вычислительной гидрогазо-динамики ANSYS FLUENT;
- б) приобретение навыков проведения вычислительного эксперимента с помощью современных CFD-программ для расчета процессов теплообмена и гидродинамики;
- в) способность решать практические задачи проектирования элементов оборудования химической технологии;
- г) способность правильно выбирать методы решения поставленных задач, математических моделей аппаратов химической технологии при решении задач исследования и проектирования химико-технологических процессов;
- д) способность правильно интерпретировать результаты вычислительного эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Специализированные программно-вычислительные комплексы» относится к вариативной части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы» обучающийся по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Информационные технологии
3. Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии
4. Физика
5. Химия
6. Явления переноса

Дисциплина «Специализированные программно-вычислительные комплексы» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Компьютерное проектирование оборудования химических и нефтехимических производств
2. Моделирование и оптимизация технологических комплексов
3. Системы моделирования химико-технологических процессов

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-12 способностью обеспечивать моделирование машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

ПК-14 способностью применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения

ПК-15 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- методы численного решения систем уравнений.
- терминологию в области вычислительного эксперимента.
- численные методы расчета вариантов разработки и построения адекватных математических моделей на основе вычислительного эксперимента при проектировании оборудования гидродинамических и тепломассообменных процессов химической технологии, с учётом особенностей протекающих в них физических процессов.
- роль научной информации в развитии науки, вести поисковую работу с привлечением современных компьютерных и информационных технологий.
- современные научно-технические проблемы применения комплексов вычислительной гидродинамики (CFD-комплексов).
- этапы решения задач с привлечением CFD-комплексов.
- возможности комплексов вычислительной гидродинамики для решения задач гидрогазодинамики и тепломассообмена.

Уметь:

- анализировать полученные результаты решения поставленных задач и представлять их в графическом и текстовом виде.
- корректно настраивать решатель для решения поставленной задачи (выбирать корректные методы, адекватные модели и др.).
- строить модели исследуемого или проектируемого аппарата средствами сеточного генератора.
- корректно ставить задачи в программном комплексе вычислительной гидродинамики ANSYS FLUENT.

Владеть:

- навыками анализа полученных результатов с точки зрения адекватности рассматриваемому технологическому процессу и применения полученной информации для проектирования оборудования гидродинамических и тепломассообменных процессов химической технологии.
- навыками использования современных вычислительных комплексов и численных методов моделирования химико-технологических процессов.
- навыками настройки и использования стандартных математических моделей заложенных в программный комплекс вычислительной гидродинамики ANSYS FLUENT.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации	
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Основы методов вычислительной гидродинамики	5	2				2	2	Практические занятия
2.	Методы численного решения систем уравнений	5	2				2	2	
3.	Сеточные генераторы	5	6	24			12	26	
4.	Основы решения и постпроцессинга в ANSYS FLUENT	5	4	6			8	8	
5.	Моделирование турбулентных течений	5	4	6			12	16	
	Итого по семестру	5	18	36			36	54	Дифференцированный зачет
1.	Моделирование течений с множествами систем отсчета	6	4	10			12	12	Практические занятия
2.	Моделирование процессов теплообмена	6	4	10			8	12	
3.	Моделирование многофазных течений	6	8	12			12	24	
4.	Пользовательские функции	6	2	4			4	6	Практические занятия; Экзамен
	Итого по семестру	6	18	36			36	54	Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основы методов вычислительной гидродинамики	2	Основы методов вычислительной гидродинамики	ПК-12 ПК-14 ПК-15
2.	Методы численного решения систем	2	Методы численного решения систем	ПК-12

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
	уравнений		дифференциальных уравнений	ПК-14 ПК-15
3.	Сеточные генераторы	6	Сеточные генераторы	ПК-12 ПК-14 ПК-15
4.	Основы решения и постпроцессинга в ANSYS FLUENT	4	Основы решения и пост-процессинга в ANSYS FLUENT	ПК-12 ПК-14 ПК-15
5.	Моделирование турбулентных течений	4	Моделирование турбулентных течений	ПК-12 ПК-14 ПК-15
6.	Моделирование течений с множествами систем отсчета	2	Моделирование течений с одиночной вращающейся системой отсчета	ПК-12 ПК-14 ПК-15
7.		2	Моделирование течений с множеством систем отсчета	ПК-12 ПК-14 ПК-15
8.	Моделирование процессов теплообмена	2	Моделирование конвективного и кондуктивного теплообмена	ПК-12 ПК-14 ПК-15
9.		2	Моделирование теплообменных аппаратов	ПК-12 ПК-14 ПК-15
10.	Моделирование многофазных течений	2	Модель дискретной фазы	ПК-12 ПК-14 ПК-15
11.		2	VOF модель	ПК-12 ПК-14 ПК-15
12.		2	Модель смеси	ПК-12 ПК-14 ПК-15
13.		2	Модель Эйлера	ПК-12 ПК-14 ПК-15
14.		2	Пользовательские функции (UDF)	ПК-12 ПК-14 ПК-15
	ВСЕГО	36		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Сеточные генераторы	24	Сеточные генераторы	ПК-12 ПК-14 ПК-15
2.	Основы решения и постпроцессинга в ANSYS FLUENT	6	Основы работы в ANSYS FLUENT	ПК-12 ПК-14 ПК-15
3.	Моделирование турбулентных течений	6	Моделирование турбулентных течений в цилиндрических трубах с различными местными сопротивлениями	ПК-12 ПК-14 ПК-15
4.	Моделирование течений с множествами систем отсчета	4	Моделирование гидродинамики в аппаратах с тихоходными перемешивающими устройствами	ПК-12 ПК-14 ПК-15
5.		6	Моделирование гидродинамики в	ПК-12

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
			аппаратах с быстроходными перемешивающими устройствами и отражательными перегородками	ПК-14 ПК-15
6.	Моделирование процессов теплообмена	6	Моделирование теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ПК-12 ПК-14 ПК-15
7.		4	Моделирование радиации и естественной конвекции	ПК-12 ПК-14 ПК-15
8.	Моделирование многофазных течений	4	Моделирование многофазных течений в колонном аппарате тарельчатого типа	ПК-12 ПК-14 ПК-15
9.		4	Моделирование разделения смеси в циклоне	ПК-12 ПК-14 ПК-15
10.		4	Использование модели смеси и Эйлера в аппаратах различной конструкции	ПК-12 ПК-14 ПК-15
11.	Пользовательские функции	4	Использование пользовательских функций	ПК-12 ПК-14 ПК-15
	ВСЕГО	72		

7. Содержание лабораторных занятий

Проведение лабораторных занятий не предусмотрено учебным планом

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основы методов вычислительной гидродинамики	2	проработка теоретического материала	ПК-12 ПК-14 ПК-15
2.	Методы численного решения систем уравнений	2	проработка теоретического материала	ПК-12 ПК-14 ПК-15
3.	Сеточные генераторы	26	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
4.	Основы решения и постпроцессинга в ANSYS FLUENT	8	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
5.	Моделирование турбулентных течений в цилиндрических трубах с различными местными сопротивлениями	16	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
6.	Моделирование гидродинамики в аппаратах с тихоходными перемешивающими устройствами	6	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
7.	Моделирование гидродинамики в аппаратах с быстроходными перемешивающими устройствами и отражательными перегородками	6	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
8.	Моделирование теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	6	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
9.	Моделирование радиации и естественной конвекции	6	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
				ПК-15
10.	Моделирование многофазных течений в колонном аппарате тарельчатого типа	8	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
11.	Моделирование разделения смеси в циклоне	8	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
12.	Использование модели смеси и Эйлера в аппаратах различной конструкции	8	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
13.	Пользовательские функции	6	подготовка к практическому занятию	ПК-12 ПК-14 ПК-15
	ВСЕГО	108		

8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основы методов вычислительной гидродинамики	2	консультирование	ПК-12 ПК-14 ПК-15
2.	Методы численного решения систем уравнений	2	консультирование	ПК-12 ПК-14 ПК-15
3.	Сеточные генераторы	12	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
4.	Основы решения и постпроцессинга в ANSYS FLUENT	8	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
5.	Моделирование турбулентных течений в цилиндрических трубах с различными местными сопротивлениями	12	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
6.	Моделирование гидродинамики в аппаратах с тихоходными перемешивающими устройствами	6	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
7.	Моделирование гидродинамики в аппаратах с быстроходными перемешивающими устройствами и отражательными перегородками	6	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
8.	Моделирование теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	4	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
9.	Моделирование радиации и естественной конвекции	4	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
10.	Моделирование многофазных течений в колонном аппарате тарельчатого типа	4	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
11.	Моделирование разделения смеси в циклоне	4	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
12.	Использование модели смеси и Эйлера в аппаратах различной конструкции	4	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
13.	Пользовательские функции	4	прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ПК-12 ПК-14 ПК-15
	ВСЕГО	72		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
5-й семестр			
Практические занятия	5	60	100
Итого		60	100
6-й семестр			
Практические занятия	8	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова [и др.], Основы работы в ANSYS 17 [Электронный ресурс] : Москва : ДМК Пресс, 2017	https://e.lanbook.com/book/90112 Режим доступа: по подписке КНИТУ
К. А. Басов, Графический интерфейс комплекса ANSYS [Электронный ресурс] : Саратов : Профобразование, 2017	http://www.iprbookshop.ru/63587.html Режим доступа: по подписке КНИТУ
А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология": Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	276 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
У. . Пирумов, Численные методы [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки дипломирован. спец. "Прикладная математика": М. : Дрофа, 2004	181 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Л. . Еременко, Работа с программным комплексом ANSYS	1 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

[Учебник] учеб. пособие: Ростов-на-Дону : , 2012	
И.Н. Пергун, А.Г. Янишевская, Использование программного комплекса ANSYS при расчетах тепловых процессов в машиностроении [Прочее] учеб. пособие: Омск : , 2001	2 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. И. Разинов, Г. С. Дьяконов, А. В. Клинов, Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] учебное пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	http://ft.kstu.ru/ft/Razinov-Protcessy_i_apparaty_khimicheskoy_tekhnologii.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
П. Роуч, Вычислительная гидродинамика [Прочее] : М. : Мир, 1980	3 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.Г. Мухаметзянова, Л.Р. Минибаева, А.В. Клинов, Расчет аппаратов с перемешивающими устройствами методами вычислительной гидродинамики [Электронный ресурс] монография: Казань : Изд-во КНИТУ, 2014	http://ft.kstu.ru/ft/Minibaeva-raschet_apparatov.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
С. . Патанкар, Численное решение задач теплопроводности и конвективного теплообмена при течении в каналах [Прочее] : М. : МЭИ, 2003	21 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
К. А. Басов, ANSYS: справочник пользователя [Электронный ресурс] : Москва : ДМК Пресс, 2008	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1335 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Клуб пользователей ANSYS – <http://cae-club.ru/videos>
2. Видеоуроки CADFEM – <http://www.cadfem-cis.ru/service/video/all/>
3. Портал пользователей ANSYS – <https://support.ansys.com/portal/site/AnsysCustomerPortal>
4. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
5. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
6. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
7. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
8. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
9. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
10. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
11. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

Профессиональные справочные системы Техэксперт - www.cntd.ru/

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: Ansys Fluids (Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulation)

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

САПР: САПР CAD Assyst System

САПР: КОМПАС-3D LT v12

Лекционные занятия:

а) комплект электронных презентаций/слайдов,

б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

Практические занятия:

а) компьютерный класс с персональными компьютерами, на которых установлено необходимое программное обеспечение.

Прочее:

а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

б) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Специализированные программно-вычислительные комплексы» составляет 30 ч.

В процессе освоения дисциплины «Специализированные программно-вычислительные комплексы» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- разработка проекта (метод проектов);
- системы дистанционного обучения.