

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 8 » декабря 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.4.1 Современные методы расчёта механики
сплошных сред

(Шифр)

(Название)

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и
биотехнологии»

Профили подготовки: «Машины и аппараты химических производств»

Степень выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы Машин и аппаратов химических
производств

Курс, семестр: курс 4, семестр 7

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0.5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0.5
Самостоятельная работа	45	1.25
Форма аттестации	экзамен – 7 сем. 27	0.75
Всего	108	3

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 227 от 12.03.2015 года, по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» для профилей «Машины и аппараты химических производств»

Для начала подготовки 2015, 2016, 2017 г.

Разработчик программы:

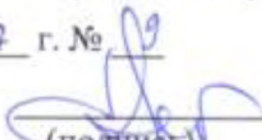
доцент
(должность)


(подпись)

Осипов Э. В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,
протокол от 09.11.2017 г. № 9

Зав. кафедрой


(подпись)

Поникаров С.И.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета, от
07.12.2017 г. № 9

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» являются

- а) Ознакомление студентов с современными методами, применяемыми в расчете механики сплошных сред.*
- б) Обучение практическому использованию методов расчета механики сплошных и применением данных методов с использованием программных вычислительных комплексов.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные методы расчёта механики сплошных сред» относится к *дисциплинам по выбору* ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической, научно-исследовательской, проектной и организационно-управленческой видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» *бакалавр* по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика (Б1.Б.6);*
- б) физика (Б1.Б.8);*
- в) теоретическая механика (Б1.В.ОД.5)*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

(ПК-13) - готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований;

(ПК-17) - способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий;

(ПК-18) - способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) современные методы расчета механики сплошных сред

2) Уметь:

а) применять на практике современные методы расчета механики сплошных сред.

3) Владеть:

а) практическим применением методов расчета механики сплошных сред.

4. Структура и содержание дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Основные уравнения гидро/газодинамики	7	2	-	-	2	Защита лабораторных работ Тестирование
2	Тема 2. Сеточные методы решения. Метод конечных разностей.	7	2	-	-	2	Защита лабораторных работ Тестирование
3	Тема 3. Сеточные методы решения. Метод конечных объемов.	7	2	-	2	2	Защита лабораторных работ Тестирование
4	Тема 4. Сеточные методы решения. Метод конечных элементов.	7	2	-	2	4	Защита лабораторных работ Тестирование
5	Тема 5. Моделирование турбулентных течений	7	2	-	4	7	Защита лабораторных работ Тестирование
6	Тема 6. К-ε модели турбулентности	7	6	-	10	18	Защита лабораторных работ Тестирование
7	Тема 7. К-ω модели турбулентности	7	2		-	10	Защита лабораторных работ Тестирование
Итого			18		18	45	
Форма аттестации							экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Основные уравнения гидро/газодинамики	2	<u>Уравнение неразрывности</u> <u>Уравнение сохранения импульса</u> <u>Уравнение сохранения энергии.</u>	<u>Формулировка уравнения неразрывности</u> <u>Формулировка уравнения сохранения импульса</u> <u>Формулировка уравнения сохранения энергии.</u>	ПК-13
2	Тема 2. Сеточные методы решения. Метод конечных разностей.	2	<u>Метод конечных разностей.</u> <u>Классификация разностных схем.</u>	<u>Явные схемы.</u> <u>Неявные схемы.</u> <u>Полунеявные схемы</u> <u>Решение одномерной задачи методом конечных разностей.</u> <u>Решение двумерной задачи методом конечных разностей</u>	ПК-18
3	Тема 3. Сеточные методы решения. Метод конечных объемов.	2	<u>Метод конечных объемов (МКО).</u>	<u>Основные МКО.</u> <u>Интегральный закон сохранения.</u> <u>Дискретизация интегрального закона сохранения.</u> <u>Аппроксимация потоков через грани ячейки.</u> <u>Связь метода конечных объемов и метода конечных разностей</u>	ПК-17 ПК-18
4	Тема 4. Сеточные методы решения. Метод конечных элементов.	2	<u>Метод конечных элементов (МКЭ).</u>	<u>Основные аспекты метода МКЭ.</u> <u>Расчет деформаций при использовании МРЭ.</u>	ПК-17 ПК-18
5	Тема 5. Моделирование турбулентных течений	2	<u>Моделирование турбулентных течений.</u>	<u>Осреднение по правилам Рейнольдса.</u> <u>Гипотеза Буссинеска.</u> <u>Модель "Spalart-Allmaras"</u>	ПК-17 ПК-18
6	Тема 6. k-ε модели турбулентности	2	<u>Стандартная k-ε модель</u>	<u>Стандартная k-ε модель</u>	ПК-17 ПК-18
7	Тема 6. К-ε модели турбулентности	2	<u>Ренормализационная k-ε модель.</u>	<u>Ренормализационная k-ε модель.</u> <u>Уравнения переноса в "RNG" k-ε модели</u> <u>Моделирование эффективной вязкости</u> <u>Учет эффекта закрученности турбулентного потока</u> <u>Вычисление эффективной инверсии чисел Прандтля</u>	ПК-17 ПК-18
8	Тема 6. К-ε модели турбулентности	2	<u>Реализованная k-ε модель</u>	<u>Отличие модели от стандартной k-ε модели.</u> <u>Расчет турбулентной вязкости.</u> <u>Модифицированное уравнение переноса.</u>	ПК-17 ПК-18
9	Тема 7. К-ω модели турбулентности	2	<u>К-ω модель Уилкокса.</u> <u>Модель SST Ментера.</u>	<u>К-ω модель Уилкокса.</u> <u>Модель SST Ментера.</u>	ПК-17 ПК-18

6. Содержание практических занятий

Проведение практических работ по дисциплине не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

№, п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 3. Сеточные методы решения. Метод конечных объемов.	2	Лабораторная работа №1. Моделирование течения жидкости в трубе в двухмерной постановке.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости в трубе.	ПК-13 ПК-18
2	Тема 4. Сеточные методы решения. Метод конечных элементов.	2	Лабораторная работа № 2 Моделирование смешения потоков двух жидкостей горячего и холодного в двухмерной постановке.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование смешения потоков двух жидкостей.	ПК-18
3	Тема 5. Моделирование турбулентных течений.	4	Лабораторная работа №3. Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в двухмерной постановке.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в двухмерной постановке.	ПК-17
4	Тема 6. К-ε модели турбулентности	2	Лабораторная работа №4 Моделирование течения жидкости в трубе с препятствием в двухмерной постановке.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости в трубе с препятствием в двухмерной постановке.	ПК-17
5		4	Лабораторная работа №5 Моделирование смешения потоков двух жидкостей горячего и холодного в трёхмерной постановке.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование смешения потоков двух жидкостей горячего и холодного в трёхмерной постановке.	ПК-17 ПК-18
6		4	Лабораторная работа №6 Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в трёхмерной постановке.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в трёхмерной постановке.	ПК-17 ПК-18

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Методы построения сетки	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-17; ПК-18
2	Моделирование процессов горения	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-17; ПК-18
3	Моделирование двухфазных течений	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-17; ПК-18
4	Применение МКО для решения одномерной эллиптической краевой задачи	7	Подготовка к лабораторным работам	ПК-17; ПК-18

5	Конечнообъемная аппроксимация двумерных эллиптических краевых задач на прямоугольных сетках	8	Подготовка к лабораторным работам	<i>ПК-17; ПК-18</i>
6	Применение МКО для решения эллиптических краевых задач на треугольных сетках.	18	Подготовка к лабораторным работам	<i>ПК-17; ПК-18</i>

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины в 7 семестре предусматривается выполнение 6 лабораторных работ и одной тестовой работы. За эти контрольные точки студент может получить максимальное кол-во баллов – 60 (7 баллов за каждую лабораторную, 18 баллов за тестовую работы). За экзамен студент может получить максимальное кол-во баллов – 40. В результате максимальный рейтинг составит 100 баллов, минимальный 60.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	6	24	42
Тестирование	1	12	18
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 обучающихся и итоговой (государственной 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 «Современные методы расчёта механики сплошных сред» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Димитриенко, Ю. И. Нелинейная механика сплошной среды [Электронный ресурс] / Ю. И. Димитриенко. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 624 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544776 Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Расовский, М. Теоретическая механика и механика сплошных сред : курс лекций / М. Расовский, А. Русинов - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 152 с	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259346 Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования: учеб. пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.В. Алексеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2014. — 200 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/69875 Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Победря, Б. Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций [Электронный ресурс] / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 272 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544635 Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Теоретическая механика. Механика сплошных сред : учебное пособие / авт.-сост. Л.М. Кульгина. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 193 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=457759 Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Лойцянский, Лев Герасимович. Механика жидкости и газа [Учебники] : Учебник для студ. вузов, обучающ. по спец. "Механика" .— Изд. 5-е, перераб. — М. : Наука, 1978 .— 736 с	26 экз. в УНИЦ КНИТУ
Белоцерковский, Олег Михайлович. Численное моделирование в механике сплошных сред .— М. :	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

Наука, 1984 .— 519 с.			
Райзман И.А.	Расчет жидкостнокольцевых машин [Учебники] : Учеб.пособие / КХТИ .— Казань, 1991 .— 60с.	45 экз. в УНИЦ КНИТУ	

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.4.1 «Современные методы расчёта механики сплошных сред» используются следующие источники электронной информации:

1. ЭК УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru>
2. ЭБ УНИЦ КНИТУ - <http://ft.kstu.ru/ft>
3. ЭБС Znanium.com - <http://znanium.com>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/books/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» на лекциях и лабораторных занятиях используются персональные компьютеры с выходом в Интернет, проектор, экран, пакеты ПО общего назначения Word, Excel и специального назначения ANSYS FLUENT.

13. Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 10 часов от общего количества аудиторных часов.

В рамках изучения дисциплины «Современные методы расчёта химико-технологических систем» применяются следующие современные образовательные технологии:

1. технология дифференцированного и проблемного обучения;
2. информационные технологии (работа в среде программы “Workbench”, “Excel”, “Microsoft Power Point” при выполнении практических работ, подготовки докладов, презентаций);
3. проводятся выступления/доклады по изучаемым темам с последующей дискуссией.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Б1.В.ДВ.4.1. Современные методы расчета механики сплошных сред», Институт химического и нефтяного машиностроения, факультет механический, направление подготовки (специальности) 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль подготовки Машины и аппараты химических производств пересмотрена на заседании кафедры Машины и аппараты химических производств

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от 20)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП Осипов Эдуард Владисла вович	Подпись заведующего кафедрой Поникаров Сергей Иванович	Подпись начальника УМЦ Китаева Людмила Анатольевна
	№8 от 07.09.2018г.	нет	нет		