

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 » сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.5.1 Современные методы расчёта механики
сплошных сред

(Шифр)

(Название)

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и
оборудование»

Профили подготовки: «Технологическое оборудование химических и
нефтехимических производств»; «Оборудование нефтегазопереработки»

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 № 1170 от 20.10.2015 года, по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профилей «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» и «Оборудование нефтегазопереработки»

Для начала подготовки 2015, 2016, 2017 г.

Разработчик программы:

доцент
(должность)

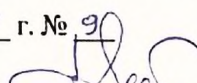

(подпись)

Осипов Э. В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,

протокол от 9.11.2017 г. № 9

Зав. кафедрой

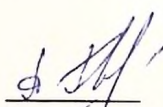

(подпись)

Поникаров С.И.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

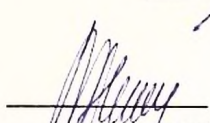
Протокол заседания методической комиссии механического факультета, от 07.12.2017 г. № 9

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева

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 15.03.02 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской; проектно-конструкторской и производственно-технологической видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» *бакалавр* по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика (Б1.Б.5);*
- б) физика (Б1.Б.6);*
- в) теоретическая механика (Б1.Б.10)*

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

(ОПК-2) - владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером;

(ПК-1) - умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

(ПК-5) - способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

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)					Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС			
1	Тема 1. Основные уравнения гидрогазодинамики	7	2	-	-	2		При чтении лекций используется модульная объектно-ориентированная цифровая обучающая среда Moodle и интерактивная электронная доска.	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
2	Тема 2. Сеточные методы решения. Метод конечных разностей.	7	2	-	-	2		При чтении лекций используется модульная объектно-ориентированная цифровая обучающая среда Moodle и интерактивная электронная доска.	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
3	Тема 3. Сеточные методы решения. Метод конечных объемов.	7	2	-	2	2		При выполнении используются средства вычислительной техники (персональные компьютеры с установленными на них прикладными программами).	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
4	Тема 4. Сеточные методы решения. Метод конечных элементов.	7	2	-	2	4		При выполнении используются средства вычислительной техники (персональные компьютеры с установленными на них прикладными программами).	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
5	Тема 5. Моделирование турбулентных течений	7	2	-	4	7		При выполнении используются средства вычислительной техники (персональные компьютеры с установленными на них прикладными программами).	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
6	Тема 6. К-ε модели турбулентности	7	6	-	10	18		При выполнении используются средства вычислительной техники (персональные компьютеры с установленными на них прикладными программами).	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
7	Тема 7. К-ω модели турбулентности	7	2	-	-	12		При выполнении используются средства вычислительной техники (персональные компьютеры с установленными на них прикладными программами).	Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен
Форма аттестации							108		экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

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

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.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости в трубе в двухмерной постановке.	ОПК-2 ПК-2
			Моделирование течения жидкости в трубе в двухмерной постановке.		
2	Тема 4. Сеточные методы решения. Метод конечных элементов.	2	Лабораторная работа № 2	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения потоков двух жидкостей горячего и холодного в двухмерной постановке.	ПК-2
			Моделирование смешения потоков двух жидкостей горячего и холодного в двухмерной постановке.		
3	Тема 5. Моделирование турбулентных течений.	4	Лабораторная работа №3.	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в двухмерной постановке.	ПК-2
			Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в двухмерной постановке.		
4	Тема 6. К-е модели турбулентности	2	Лабораторная работа №4	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости в трубе с препятствием в двухмерной постановке.	ПК-2
			Моделирование течения жидкости в трубе с препятствием в двухмерной постановке.		
5	Тема 6. К-е модели турбулентности	2	Лабораторная работа №5	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование смешения потоков двух жидкостей горячего и холодного в трёхмерной постановке.	ПК-2 ПК-5
			Моделирование смешения потоков двух жидкостей горячего и холодного в трёхмерной постановке.		
6	Тема 6. К-е модели турбулентности	4	Лабораторная работа №6	Создание геометрии расчетной области. Создание расчетной сетки. Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в трёхмерной постановке.	ПК-2 ПК-5
			Моделирование течения жидкости и газа по сложной геометрии в трёхмерной постановке.		

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	2	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
2	Моделирование процессов горения	2	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
3	Моделирование двухфазных течений	2	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
4	Применение МКО для решения одномерной эллиптической краевой задачи	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5

5	Конечнообъемная аппроксимация двумерных эллиптических краевых задач на прямоугольных сетках	7	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
6	Применение МКО для решения эллиптических краевых задач на треугольных сетках.	18	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5

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 6 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

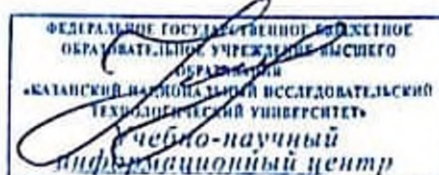
Наука, 1984 .— 519 с.	
Райзман И.А. Расчет жидкостнокольцевых машин [Учебники] : Учеб.пособие / КХТИ .— Казань, 1991 .— 60с.	45 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.5.1 «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.

13. Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 12 часа от общего количества аудиторных часов.

В рамках изучения дисциплины «Современные методы расчёта механики сплошных сред» 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.

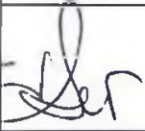
Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Б1.В.ДВ.5.1 Современные методы расчета механики сплошных сред»

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

для профиля «Оборудование нефтегазопереработки: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

для набора обучающихся 2019 года, *очной формы обучения* пересмотрена на заседании кафедры «Машины и аппараты химических производств»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № 6 от 19.06.2020)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Осипов Э.В.	Подпись заведующего кафедрой Поникаров С.И.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	№6 от 19.06.2019	Нет*	Нет			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Современные методы расчета механики сплошных сред»» применяется современная база данных:

<https://www.elibrary.ru>.

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Современные методы расчета механики сплошных сред»»:

MS Office 2007 Russian

Аскон Компас 3D v14

Mathcad Education-University Edition

ANSYS 17.0