

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ 2017 г.

## **Механика многофазных систем**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой	<b>Химия, технология и оборудование химических производств</b>	
Учебный план	18.03.02-MODUL-PRKL-n16.plx Направление 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профиль "Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: зачеты с оценкой 5
в том числе:		
аудиторные занятия	48	
самостоятельная работа	96	

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>5 (3.1)</b>		Итого	
	18			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
В том числе инт.	20	20	20	20
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	96	96	96	96
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дтн, профессор, Тишин О.А. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Химия, технология и оборудование химических производств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2017 г. № \_\_\_\_

Срок действия программы: 2017-2021 уч.г.

Зав. кафедрой д.х.н., профессор Бутов Г.М.

Рабочая программа дисциплины

**Механика многофазных систем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 12.03.2015г. №227)

составлена на основании учебного плана:

Направление 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии профиль "Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств"

утвержденного учёным советом вуза от 30.08.2017 протокол № 1.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от \_\_\_\_\_ 2017 г. № \_\_\_\_

Срок действия программы: 2017-2021 уч.г.

Декан факультета \_\_\_\_\_



**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Целью курса является изучение поведения, основных законов и закономерностей многофазных систем.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Введение в направление
2.1.2	Техническая механика (Теория механизмов и машин)
2.1.3	Техническая термодинамика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Машины и аппараты химической технологии и нефтехимии
2.2.2	Моделирование объектов и систем
2.2.3	Реология материалов

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОПК-2:** способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

**ОПК-3:** способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы

**ПК-1:** способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные параметры реологического поведения ньютоновских и неньютоновских сред
3.1.2	классификацию неньютоновских жидкостей; особенности реологического поведения основных продуктов при производстве в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
3.1.3	методы и приборы для измерения параметров, определяющих вязкость ньютоновских и неньютоновских сред; методы моделирования процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии с учётом изменения структурных, реологических и теплофизических свойств перерабатываемых сред.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	грамотно использовать опубликованные данные по реологическим свойствам сред и продуктов;
3.2.2	применять результаты измерения реологических свойств при расчётах технологических процессов и оборудования;
3.2.3	выбирать метод, прибор и интервалы основных параметров при измерении реологических свойств; проводить измерения и обработку экспериментальных результатов при снятии кривых течения;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	анализа результатов экспериментов измерения реологических свойств в виде кривых течения и других зависимостей;
3.3.2	определения изменения параметров (деформации, скорости деформации, температуры, давления, фазовых и структурных превращений) на отдельных стадиях технологического процесса и разных зонах оборудования
3.3.3	регулирования оптимального проведения технологического процесса

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интрактив	Примечание
	<b>Раздел 1.</b>						
1.1	Классификация многофазных систем. Уравнение сохранения для составляющих. Диффузионное приближение для гомогенных смесей. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

1.2	Особенности математического описания гетерогенных смесей. Межфазный обмен импульсом и энергией. Термодинамические уравнения состояния фаз. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
1.3	Схема Х.А. Рахматуллина силового воздействия и совместного деформирования фаз. Работа внутренних сил. Система уравнений движения /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	2	
1.4	Пространственное осреднение в механике гетерогенных смесей. Уравнение описывающие микродвижение в гетерогенных средах. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	2	
1.5	Уравнения, описывающие процессы на межфазных границах. Учет полидисперсности или многофракционности дисперсных смесей. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
1.6	Обтекание твердой сферы. Обтекание капли и пузырька. Малые колебания газовых и паровых пузырьков. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	2	
1.7	Динамика двухскоростных течений многофазных систем. О гиперболической устойчивости и корректности задачи Коши применительно к системе дифференциальных уравнений двухскоростного движения многофазных сред /Лек/	5	3	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	2	
1.8	Методы описания межфазного тепло- и массообмена в гетерогенной среде. Определение ячейки и пробной частицы. Эффективный коэффициент теплообмена. Эффективный коэффициент вязкости. /Лек/	5	3	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	
1.9	Исследование получения двухфазной системы. /Лаб/	5	3	ОПК-2 ОПК-3	Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	
1.10	Исследование методов разделения двухфазных систем. /Лаб/	5	3	ОПК-2 ОПК-3	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	
1.11	Определение эффективной вязкости многофазных систем. /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	
1.12	Исследование движения многофазных система. /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	
1.13	Определение реологических свойств многофазных систем. /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	
1.14	Основы термодинамики многофазной системы. /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1 Э2	2	
1.15	Массообмен многофазных систем. /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	
1.16	Применение термодинамических уравнений состояния фаз. /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	
1.17	Итоговое занятие /Лаб/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

1.18	Освоение теоретического материала /Ср/	5	96	ОПК-2 ОПК-3	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	0	
------	--	---	----	----------------	---------------------------------------	---	--

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации.

1. Предмет изучения механики многофазных систем.
2. Определение многофазной системы.
3. Классификация многофазных систем.
4. Уравнение неразрывности (сплошности) потока.
5. Уравнение Навье-Стокса.
6. Уравнение движения Эйлера.
7. Феноменологическая теория многоскоростного континуума.
8. Уравнение сохранения для составляющих (массы, импульса, энергии).
9. Особенности математического описания гетерогенных смесей.
10. Межфазный обмен импульсом и энергией.
11. Термодинамические уравнения состояния фаз.
12. Схема Х.А. Рахматуллина силового взаимодействия и совместного деформирования фаз.
13. Работа внутренних сил.
14. Основы термодинамики многофазных систем.
15. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
16. Понятие ячейки и пробной частицы в дисперсной среде.
17. Двух- и трехтемпературная схемы межфазного тепло- и массообмена.

### 5.2. Темы письменных работ

Предусмотрены аудиторские самостоятельные работы, контрольная работа.

### 5.3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, вопросы к зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

представлены в ФОС

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Касаткин, А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник	М. : Альянс, 2005	72
Л1.2	Поляков А.А.	Механика химических производств.: 3-е изд.	Москва: Альянс, 2007	5

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Тимофеев, В.Н., Погалов, А.И.	Техническая механика микросистем	Москва: БИНОМ, 2009	2
Л2.2	Гишин, О.А., [ и др. ]	Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волгоград: ВолгГТУ, 2013	эл. изд.
Л2.3	Федянов Е.А.	Механика жидкости и газа	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	5

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
--	---------------------	----------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.1	Лапшина С.В.	Механика многофазных систем: Сборник "Учебные пособия": Серия "Естественнонаучные и технические дисциплины". Выпуск 7	Волгоград: ВолгГТУ, 2013	эл. изд. N гос.рег. 03213043
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	http://library.volpi.ru			
Э2	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ http://library.vstu.ru			
Э3	Электронно-библиотечная система «Лань» www.e.lanbook.com			
Э4				
Э5				
Э6				
Э7				
Э8				
Э9				
Э10				
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
7.3.1.1	MS Windows XP			
7.3.1.2	Подписка Microsoft Imagine Premium			
7.3.1.3	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4			
7.3.1.4	Сублицензионный договор № Tr000150654 (подписка на 2017-2018 гг.)			
7.3.1.5	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 (подписка на 2016-2017 гг.)			
7.3.1.6	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 (подписка на 2015-2016 гг.)			
7.3.1.7	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 (подписка на 2014-2015 гг.)			
7.3.1.8	Сублицензионный договор № Tr018575 (подписка на 2013-2014 гг.)			
7.3.1.9	MS Office 2003			
7.3.1.1 0	Лицензия №41449069 (бессрочная)			
7.3.1.1 1	AutoCAD 2007			
7.3.1.1 2	Свободная академическая лицензия.			
7.3.1.1 3	APM WinMachine 2006 (V.9.1);			
7.3.1.1 4	ChemSep LITE 6.95			
7.3.1.1 5	Бесплатно (http://www.chemsep.com/downloads/index.html)			
7.3.1.1 6	COCO			
7.3.1.1 7	Бесплатно (https://www.cocosimulator.org)			
7.3.1.1 8	ActiveState ActivePython 2.6			
7.3.1.1 9	Бесплатно			
7.3.1.2 0	(https://www.activestate.com/activepython)			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
7.3.2.1	Электронно-библиотечная система "Лань": http://www.e.lanbook.com/			
7.3.2.2	Электронная-библиотечная система ВолгГТУ: http://library.vstu.ru/			

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Рабочая аудитория имеет учебную мебель на 40 посадочных мест, рабочее место преподавателя, учебная доска.
-----	---

7.2	Компьютеры -10 шт., объединенные в локальную сеть кафедры.Мультимедиа-проектор BenqMP620C, экран DRAPERLUMA 7070 MW
7.3	Аудитория для самостоятельной работы используется учебная мебель на 30 посадочных мест, 2 компьютера.
7.4	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
7.5	Для проведения лабораторных работ используют учебную мебель на 18 посадочных мест, рабочее место преподавателя, учебная доска.Прочномер полуавтомат,вискозиметр «Полимер» РПЭ-1М,машина разрывная МЦ-20, шаровая мельница, лаб.установка «Реактор с мешалкой», лаб.установка «Резиносмеситель», лаб.установка «Червячная машина», термостат ГС-80

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основными видами занятий по дисциплине «Механика многофазных систем» являются аудиторные занятия: лекции, лабораторные и практические занятия. Также предусмотрена самостоятельная работа.

Указания к организации контактной (аудиторной) работы:

Изложение лекционного материала осуществляется согласно учебному пособию, доступному в электронном виде на сайте библиотеки института. Рекомендуется в случае пропуска лекционного занятия обратиться к соответствующему разделу в пособии по курсу.

Лабораторные работы проводятся с использованием методических указаний (сборника заданий для контрольных работ), также размещенных в ЭУМКД «Механика многофазных систем».

Правила и приемы конспектирования лекций

Конспектирование лекций рекомендуется вести в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.

В конспекте рекомендуется записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и использовать их. В конспекте дословно рекомендуется записывать только определения понятий, категорий и т.п. Иное изложенное лектором должно быть записано своими словами. Рекомендуется выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий. В конспект рекомендуется заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые формулы, схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

Методические указания к организации самостоятельной работы

Приемы работы с основной и дополнительной литературой

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Изучение литературы - процесс сложный, требующий выработки определенных навыков. Поэтому важно научиться работать с книгой. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины «Механика многофазных систем», определяется рабочей программой дисциплины и приведен в соответствующем разделе рабочей программы дисциплины.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Самоконтроль

Самоконтроль знаний, полученных учащимися при изучении разделов (освоение теоретического материала, выполнение практических заданий) рекомендуется осуществлять с помощью оценочных средств «Контрольные вопросы» и «Тестовые вопросы», представленных в Фонде оценочных средств и в ЭУМКД «Механика многофазных систем».

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.



Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.