

**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.

## **Введение в механику сплошных сред 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):

к.т.н., доцент, Лапишина С.В. \_\_\_\_\_

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

**Введение в механику сплошных сред**

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	Курс «Введение в механику сплошных сред» является теоретической дисциплиной о законах деформации и течения сложных сред, на основе которых разработаны модели их реологического поведения и методы расчётов параметров технологических процессов.
1.2	Цель дисциплины – дать студентам начальные знания по механике сплошных сред и законам реологического поведения материалов при переработке на технологическом оборудовании для успешного освоения дисциплин профессиональной подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

**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	Дисциплина «Введение в механику сплошных сред» основывается на знаниях, полученных при изучении следующих учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов». Необходимые для изучения данной дисциплины знания, приобретенные при изучении предшествующих дисциплин: микро- и макроструктуры, физические свойства различных материалов, их фазовые состояния, общие понятия механики течения газов, жидкостей, твердых сыпучих материалов, методы измерения гидравлических сопротивлений, расхода, понятие вязкости, профилей скоростей.	
2.1.2	Математика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Знания, полученные при изучении дисциплины «Введение в механику сплошных сред» и полученные компетенции необходимы при изучении курсов «Гидравлика», «Общая химическая технология», «Теоретические основы технологических процессов», «Процессы и аппараты химической технологии и нефтехимии», «Машины и аппараты химических производств».	

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

<b>ОПК-2:</b>	<b>способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</b>
<b>ОПК-3:</b>	<b>способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы</b>
<b>ПК-1:</b>	<b>способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</b>

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	1. основные параметры реологического поведения ньютоновских и неньютоновских сред;
3.1.2	2. методы и приборы для измерения параметров, определяющих вязкость ньютоновских и неньютоновских сред;
3.1.3	4. классификацию неньютоновских жидкостей;
3.1.4	5. особенности реологического поведения основных продуктов при производстве в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
3.1.5	6. 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	1. выбирать метод, прибор и интервалы основных параметров при измерении реологических свойств;
3.2.2	2. проводить измерения и обработку экспериментальных результатов при снятии кривых течения;
3.2.3	3. грамотно использовать опубликованные данные по реологическим свойствам сред и продуктов;
3.2.4	4. применять результаты измерения реологических свойств при расчётах технологических процессов и оборудования;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	1. анализа результатов экспериментов измерения реологических свойств в виде кривых течения и других зависимостей;
3.3.2	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	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	Интра ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Механика сплошных сред как основа реологии.</b>						
1.1	Напряжения. Основные понятия и определения. Закон парности касательных напряжений. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Гидростатическое давление – сферический тезор и девлатор. Уравнение равновесия. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	1	
1.2	Деформации. Деформации и смещения. Бесконечно малые деформации. Большие (конечные) деформации. Специальные случаи деформаций – одноосное растяжение и простой сдвиг. Скорости деформации при малых и больших деформациях. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	1	
1.3	Механика сплошной среды в реологии. Общие принципы. Объекты непрерывной среды как тензоры. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	1	
1.4	Определение вязкости на капиллярном и ротационном вискозиметрах /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	2	
1.5	Определение параметров и смешительного эффекта в закрытом двух роторном смесителе /Лаб/	5	4	ОПК-2 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	2	
	<b>Раздел 2. Жидкости.</b>						
2.1	Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Определение вязкости. Динамическая и кинематическая вязкости. Теория течения. Аномалия вязкости. Физическая сущность аномалии вязкости. Кривые течения и вязкости классификация жидкостей по их реологическому поведению. Ньютоновские свойства структурированных систем – пластичность жидкостей. Вязкость анизотронных жидкостей. Неньютоновское течение вязкоупругих полимерных жидкостей. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	2	
2.2	Уравнение вязкости и кривых течения. Значение вискозиметрических измерений. Уравнения с пределом текучести. Основные зависимости вязкости от состава материала. Неньютоновское течение как следствие полидисперсности полимера. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	0	

2.3	Упругость при сдвиговом течении. Высокоэластические сдвиговые деформации – упругий отклик. Нормальные напряжения при сдвиговом течении. Нормальные напряжения и упругость. Разбухание струн. Переходные режимы деформирования. Тиксотропия и реонексия. Фазовые переходы, вызванные деформированием. Пределы сдвигового течения. Реальные жидкости. Сложные реологические среды. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	2	
2.4	Моделирование неньютоновского поведения сложных сплошных сред. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	1	
2.5	Определение реологических свойств и эластичности материала на вальцах /Лаб/	5	8	ОПК-2 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	4	
2.6	Определение реологических свойств материала рабочей характеристики червячной машины /Лаб/	5	8	ОПК-2 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6Л3.1 Э1 Э3 Э5	2	
<b>Раздел 3. Вязкоупругие сплошные среды.</b>							
3.1	Определение ползучести (запаздывающей деформации), релаксации, убывающей намоти. Связь релаксации и ползучести. Спектры релаксации. Основные механические модели. Дифференциальное реологическое уравнение состояния. /Лек/	5	1	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	0	
3.2	Суперпозиция. Принцип Больцмана-Вольтера. Переходные режимы деформирования. Соотношение между вязкоупругими функциями релаксации и ползучести. Расчёт релаксационного спектра. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	0	
3.3	Температурно-временная суперползучесть. Приведенные характеристики вязкоупругих свойств. Нелинейные фэекты в вязкоупругости. Реологическое уравнение состояния для области нелинейной вязкоупругости. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	0	
<b>Раздел 4. Экспериментальные методы определения реологических свойств и их практическое использование.</b>							
4.1	Методы и приборы. Капиллярная вискозиметрия. Ротационная вискозиметрия. Пластометры и пенетрометры. Метод падающей сферы. Измерение вязкоупругих свойств вибрационным методом. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	0	
4.2	Принципы и порядок использования реологических данных в расчётах процессов и оборудования на примерах переработки полимерных материалов. Полимеризация в аппаратах. Смешение в смесителях. Вальцевание. Экструзия. Литье под давлением. /Лек/	5	2	ОПК-2 ОПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э5	0	

4.3	Определение силоскоростных параметров процессов пластикации и формования РТИ /Лаб/	5	8	ОПК-2 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э5	2	
4.4	Семестровая работа выполняется по учебному пособию [3.4] /Ср/	5	96	ОПК-2 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10	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. Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, задания в тестовой форме, в том числе для использования в тестовой системе Visual Testing Studio, вопросы к экзамену и зачёту. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Используемые формы текущего контроля: контрольные работы; аудиторские самостоятельные работы; типовые расчётные задания; лабораторные работы; устный опрос; устное сообщение; тестирование (в том числе в компьютерной тестовой системе Visual Testing Studio).

База экзаменационных вопросов

1. Основные гипотезы механики сплошной среды.
2. Закон парности касательных напряжений.
3. Гидростатическое давление.
4. Деформации и смещения.
5. Специальные случаи деформации.
6. Определение вязкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
7. Теория течения. Динамическая и кинематическая вязкости.
8. Физическая сущность аномалии вязкости.
9. Вязкость анизотропных жидкостей.
10. Уравнения вязкости и кривые течения.
11. Уравнения с пределом текучести.
12. Упругость при сдвиговом течении.
13. Нормальные напряжения и упругость.
14. Реальные жидкости. Сложные реологические среды.
15. Принципы моделирования неньютоновского поведения жидкости.
16. Дифференциальное реологическое уравнения состояния.
17. Спектры релаксации.
18. Принцип Больцмана-Вольтера
19. Температурно- временная суперползучесть.
20. Приборы для определения вязкости.
21. Полимеризация в химических аппаратах.
22. Вальцевания.
23. Экструзия.

### 5.2. Темы письменных работ

Предусмотрены аудиторские самостоятельные работы, контрольная работа.  
Варианты заданий размещены в учебно-методическом комплексе "Введение в механику сплошных сред". URL: <http://umkd.volpi.ru/>

### 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

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Седов, Л. И.	Механика сплошной среды. Т. 1: учебное пособие	СПб.: Лань, 2004	1
Л1.2	Седов, Л. И.	Механика сплошной среды. Т. 2: учебное пособие	СПб.: Лань, 2004	1
Л1.3	Касаткин, А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник	М. : Альянс, 2005	72
Л1.4	Голованчиков А.Б., Дулькина Н.А.	Моделирование двухслойного течения жидкостей в трубопроводе	Волгоград: ВолгГТУ, 2011	1
Л1.5	Шаповалов В.М.	Валковые течения неньтоновских жидкостей	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011	5
Л1.6				эл. изд.
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Шаповалов Владимир Михайлович, Лапшина Светлана Владимировна	Введение в механику течения волокнонаполненных композитов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006	2
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	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
Л3.2	Ильина Л.А., Голованчиков А.Б.	Лабораторный практикум по дисциплине "Моделирование технологических и природных систем"	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	5
Л3.3	Лапшина, С. В.	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Введение в механику сплошных сред" [Электронный ресурс]: методические указания - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волжский: [Б.и.], 2017	эл. изд.
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	<a href="http://library.volpi.ru">http://library.volpi.ru</a>			
Э2	Электронно-библиотечная система ВолгГТУ <a href="http://library.vstu.ru">http://library.vstu.ru</a>			
Э3	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a>			
Э4	Бид ВИНИТИ, база реферативных журналов по различным областям науки и техники, <a href="http://www2.viniti.ru/">http://www2.viniti.ru/</a>			
Э5	Научная электронная библиотека elibrary.ru <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>			
Э6	Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>			
Э7	Университетская информационная система УИС «Россия» <a href="http://uisrussia.msu.ru">http://uisrussia.msu.ru</a>			
Э8	КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru/hs">http://www.consultant.ru/hs</a>			
Э9	Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам <a href="http://www.fips.ru">http://www.fips.ru</a>			
Э10	Электронная библиотека Российской национальной библиотеки <a href="http://leb.nir.ru/collections">http://leb.nir.ru/collections</a>			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
7.3.1.1	Программное обеспечение для проведения лабораторных работ: система компьютерной математики MathCad, Microsoft office Excel. Программное обеспечение для проведения промежуточного контроля: компьютерная тестовая система Visual Testing Studio.			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
7.3.2.1	Электронно-библиотечная система "Лань": <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>			
7.3.2.2	Электронная-библиотечная система ВолгГТУ: <a href="http://library.vstu.ru/">http://library.vstu.ru/</a>			

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



7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся в лаборатории кафедры аудитория Б-003.
-----	---

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

Основными видами занятий по дисциплине «Введение в механику сплошных сред» являются аудиторные занятия: лекции и лабораторные 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 занятия проводятся с использованием методических указаний размещенных в ЭУМКД «Введение в механику сплошных сред».

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 «Введение в механику сплошных сред», 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 «Введение в механику сплошных сред».