

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ 2021 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_zaoch-n21.plx 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии		
Квалификация	<b>бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>заочная</b>		
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля на курсах:	
в том числе:		зачеты 3	
аудиторные занятия	12		
самостоятельная работа	96		

### **Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	6	6	6	6
В том числе инт.	10	10	10	10
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	96	96	96	96
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кхн, Ст.препод., Дьяченко В.С.* \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Химия, технология и оборудование химических производств**

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 - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923)

составлена на основании учебного плана:

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

утвержденного учёным советом вуза от 26.05.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от 30.08.2021 г. № 1

Срок действия программы: 2021-2022 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.О
<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:	
2.1.2	Аналитическая химия	
2.1.3	Физика	
<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	
2.2.2	Процессы и аппараты химической технологии и нефтехимии	
2.2.3	Машины и аппараты химической технологии и нефтехимии	

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

<b>ОПК-1.1: Владеет алгоритмом основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>ОПК-1.2: Умеет интерпретировать результаты физико-химических, математических и иных естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>ОПК-1.3: Знает основные математические, физические, физико-химические методы для решения задач профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</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 тензор и девлятор. Уравнение равновесия. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3	0,5	
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/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	
1.3	Механика сплошной среды в реологии. Общие принципы. Объекты непрерывной среды как тензоры. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	
1.4	Определение вязкости на капиллярном и ротационном вискозиметрах /Лаб/	3	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	1	
1.5	Определение параметров и смесительного эффекта в закрытом двух роторном смесителе /Лаб/	3	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	1	
	<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 анизотропных жидкостей. Неньютоновское течение вязкоупругих полимерных жидкостей. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	
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/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	

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/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	
2.4	Моделирование неньютоновского поведения сложных сплошных сред. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	
2.5	Определение реологических свойств и эластичности материала на вальцах /Лаб/	3	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	1	
2.6	Определение реологических свойств материала рабочей характеристики червячной машины /Лаб/	3	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э3 Э4	1	
<b>Раздел 3. Вязкоупругие сплошные среды.</b>							
3.1	Определение ползучести (запаздывающей деформации), релаксации, убывающей намотки. Связь релаксации и ползучести. Спектры релаксации. Основные механические модели. Дифференциальное реологическое уравнение состояния. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0,5	
3.2	Суперпозиция. Принцип Больцмана-Вольтера. Переходные режимы деформирования. Соотношение между вязкоупругими функциями релаксации и ползучести. Расчёт релаксационного спектра. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
3.3	Температурно-временная суперползучесть. Приведенные характеристики вязкоупругих свойств. Нелинейные эффекты в вязкоупругости. Реологическое уравнение состояния для области нелинейной вязкоупругости. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Раздел 4. Экспериментальные методы определения реологических свойств и их практическое использование.</b>							
4.1	Методы и приборы. Капиллярная вискозиметрия. Ротационная вискозиметрия. Пластиметры и пенетрометры. Метод падающей сферы. Измерение вязкоупругих свойств вибрационным методом. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

4.2	Принципы и порядок использования реологических данных в расчётах процессов и оборудования на примерах переработки полимерных материалов. Полимеризация в аппаратах. Смешение в смесях. Вальцевание. Экструзия. Литье под давлением. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
4.3	Определение силоскоростных параметров процессов пластикации и формования РТИ /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	2	
4.4	Контрольная работа /Ср/	3	96		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	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.

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 аудиторные контрольные работы.

### 5.3. Фонд оценочных средств

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

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Используемые формы текущего контроля: аудиторные контрольные работы; типовые расчётные задания; лабораторные работы; устный опрос; устное сообщение; тестирование.

<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.	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.
Л3.2	Ильина Л.А., Голованчиков А.Б.	Лабораторный практикум по дисциплине "Моделирование технологических и природных систем"	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	5
<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	Научная электронная библиотека eLibrary.ru <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>			
<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			
7.3.1.10	Лицензия №41449069 (бессрочная)			
7.3.1.11	AutoCAD 2007			
7.3.1.12	Свободная академическая лицензия.			
7.3.1.13	APM WinMachine 2006 (V.9.1);			
7.3.1.14	ChemSep LITE 6.95			



7.3.1.1 5	Бесплатно ( <a href="http://www.chemsep.com/downloads/index.html">http://www.chemsep.com/downloads/index.html</a> )
7.3.1.1 6	COCO
7.3.1.1 7	Бесплатно ( <a href="https://www.cocosimulator.org">https://www.cocosimulator.org</a> )
7.3.1.1 8	ActiveState ActivePython 2.6
7.3.1.1 9	Бесплатно
7.3.1.2 0	( <a href="https://www.activestate.com/activepython">https://www.activestate.com/activepython</a> )
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
7.3.2.1	КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru/hs">http:// www.consultant.ru/hs</a>

### 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 BenqMP620С, 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)

#### 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 УЭМКД «Монтаж оборудования химической промышленности».

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.