



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

### Вечерний факультет

УТВЕРЖДЕНО  
Вечерний факультет  
Декан Лапшина С.В.  
30.08.2021 г.

## Введение в механику сплошных сред

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой	<b>Химия, технология и оборудование химических производств</b>
Учебный план	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Профиль	<b>Энерго- и ресурсосберегающие технологии</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Срок обучения	<b>4 года 11 месяцев</b>

Форма обучения	<b>заочная</b>	Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>
Виды контроля в семестрах:	зачеты 3		

Курс	3		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	6	6	6	6
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	96	96	96	96
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	0	0

## ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

Ст.препод., кхн, Дьяченко В.С.

Рецензент(ы):

(при наличии)

*д.х.н., профессор, Бутов Г.М.*

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**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

Профиль: Энерго- и ресурсосберегающие технологии

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

Химия, технология и оборудование химических производств

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

СОГЛАСОВАНО:

Вечерний факультет

Председатель НМС факультета Лапшина С.В.

Протокол заседания НМС факультета № 1 от 30.08.2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.</b>
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.
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.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>					
Цикл (раздел) ОП:		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				
2.1.4	Органическая химия				
2.1.5	Энерго- и ресурсосберегающие биотехнологии				
2.1.6	Явление переноса импульса и энергии в химической технологии (гидравлика)				
2.1.7	Общая и неорганическая химия				
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) 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				
2.2.4	Общая химическая технология				
2.2.5	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>					
<b>ОПК-1.1: Владеет алгоритмом основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов исследований</b>					
:					
Результаты обучения:					
<b>ОПК-1.2: Умеет интерпретировать результаты физико-химических, математических и иных естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач</b>					
:					
Результаты обучения:					
<b>ОПК-1.3: Знает основные математические, физические, физико-химические методы для решения задач профессиональной деятельности</b>					
:					
Результаты обучения:					
<b>4. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>					
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Форма контроля (Наименование оценочного средства)
	<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/	3	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		
1.3	Механика сплошной среды в реологии. Общие принципы. Объекты непрерывной среды как тензоры. /Лек/	3	0.5		
1.4	Определение вязкости на капиллярном и ротационном вискозиметрах /Лаб/	3	1		
1.5	Определение параметров и смесительного эффекта в закрытом двух роторном смесителе /Лаб/	3	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		
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		
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		
2.4	Моделирование неньютоновского поведения сложных сплошных сред. /Лек/	3	0.5		
2.5	Определение реологических свойств и эластичности материала на вальцах /Лаб/	3	1		
2.6	Определение реологических свойств материала рабочей характеристики червячной машины /Лаб/	3	1		
	<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/	3	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		
3.3	Температурно-временная суперползучесть. Приведенные характеристики вязкоупругих свойств. Нелинейные эффекты в вязкоупругости. Реологическое уравнение состояния для области нелинейной вязкоупругости. /Лек/	3	0.5		
	<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/	3	0.5		

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/	3	0.5		
4.3	Определение силоскоростных параметров процессов пластикации и формования РТИ /Лаб/	3	2		
4.4	Контрольная работа /Ср/	3	96		

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике.

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:  
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.

В рамках освоения дисциплины «Введение в механику сплошных сред» используются следующие критерии оценивания знаний студентов по оценочным средствам:

Студент в результате выполнения и сдачи оценочного средства может получить следующие оценки.

**Отлично**

Полностью и правильно выполнено, и оформлено задание.

При отчёте студент дал полные и правильные ответы на 90-100% задаваемых вопросов по теме работы.

**Хорошо**

Полностью и с небольшими неточностями выполнено и оформлено задание.

При отчёте студент дал не полные и с небольшими ошибками ответы на все задаваемые вопросы по теме работы или доля правильных ответов составила 70 – 89%.

**Удовлетворительно**

Не полностью и с ошибками выполнено и оформлено задание.

При отчёте студент дал не полные ответы и не на все задаваемые вопросы по теме работы. Доля правильных ответов составила 50 – 69%.

**Неудовлетворительно**

Студент не выполнил задание. Доля правильных ответов составила менее 50%.

## Оценивание компетенций при изучении дисциплины «Введение в механику сплошных сред»

Исходя из 100-балльной (пятибалльной) системы оценивания системы оценки успеваемости студентов, в ходе освоения изучаемой дисциплины студент получает итоговую оценку, по которой оценивается уровень освоения компетенций.

90-100 баллов (отлично) повышенный уровень

Студент демонстрирует сформированность компетенций на повышенном уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

76-89 баллов (хорошо) базовый уровень

Студент демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенций на базовом уровне: основные знания, умения и навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний, умений и навыков на новые, нестандартные ситуации.

61-75 баллов (удовлетворительно) пороговый уровень

Студент демонстрирует сформированность компетенций на пороговом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями, умениями и навыками при их переносе на новые ситуации

0-60 баллов (неудовлетворительно) уровень освоения компетенций ниже порогового

Компетенции не сформированы. Проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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 <a href="http://elibrary.ru">elibrary.ru</a> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	MS Windows XP
6.3.1.2	Подписка Microsoft Imagine Premium
6.3.1.3	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4
6.3.1.4	Сублицензионный договор № Тр000150654 (подписка на 2017-2018 гг.)
6.3.1.5	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 (подписка на 2016-2017 гг.)
6.3.1.6	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 (подписка на 2015-2016 гг.)
6.3.1.7	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 (подписка на 2014-2015 гг.)
6.3.1.8	Сублицензионный договор № Тр018575 (подписка на 2013-2014 гг.)
6.3.1.9	MS Office 2003
6.3.1.10	Лицензия №41449069 (бессрочная)
6.3.1.11	AutoCAD 2007
6.3.1.12	Свободная академическая лицензия.
6.3.1.13	APM WinMachine 2006 (V.9.1);
6.3.1.14	ChemSep LITE 6.95
6.3.1.15	Бесплатно ( <a href="http://www.chemsep.com/downloads/index.html">http://www.chemsep.com/downloads/index.html</a> )
6.3.1.16	COCO
6.3.1.17	Бесплатно ( <a href="https://www.cocosimulator.org">https://www.cocosimulator.org</a> )

6.3.1.1 8	ActiveState ActivePython 2.6
6.3.1.1 9	Бесплатно
6.3.1.2 0	( <a href="https://www.activestate.com/activepython">https://www.activestate.com/activepython</a> )
<b>6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)</b>	
6.3.2.1	КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru/hs">http:// www.consultant.ru/hs</a>

#### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ**

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, ПРАКТИКИ)**

##### 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 производятся 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.