

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологий  
пищевых производств

**Методические указания  
для самостоятельной работы студентов**

Дисциплина	<u>Б1.В.ДВ.02.01 «Инженерная реология»</u> код и наименование дисциплины
Направление подготовки	<u>19.03.03 Продукты питания животного происхождения</u> код и наименование направления подготовки /специальности
Направленность (профиль)	<u>Высокопродуктивные технологии обработки водных биологических ресурсов</u> наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

Мурманск  
2020

**Методические указания разработал – Корчунов Валерий Валерьевич, доцент  
кафедры пищевых производств, кандидат технических наук**

## Общие организационно-методические указания

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министра образования и науки РФ № 199 12.03.2015 г., учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», направленности (профилю)/специализации Высокопродуктивные технологии обработки водных биологических ресурсов 2020 года набора.

2. Цель и задачи дисциплины

2.1. Цель преподавания дисциплины.

Цель дисциплины - подготовка студентов в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и типовым учебным планом по вопросам исследования реологических свойств сырья и продуктов питания.

2.2. Задачи изучения дисциплины

Задачи дисциплины: дать необходимые знания по основам инженерной реологии, позволяющие успешно эксплуатировать лабораторное и технологическое оборудование.

3. Требования к уровню подготовки бакалавров в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Инженерная реология» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Инженерная реология»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1.	ОПК-3 Способность осуществлять технологический контроль качества готовой продукции	Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, компетенция реализуется в части проведения реологических исследований сырья, полуфабрикатов и готовой	<b>Знать:</b> реологические виды, методы и формы контроля качества готовой пищевой продукции <b>Уметь:</b> определять структурно-механические свойства готовой пищевой продукции <b>Владеть навыками</b> контроля качества готовой продукции реологическими методами

		пищевой продукции	
2.	ПК-5 способность организовывать входной контроль качества сырья и вспомогательны х материалов, производственн ый контроль полуфабрикатов, параметров технологических процессов и контроль качества готовой продукции;	Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части использования реологических методов при организации контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции	<b>Знать:</b> виды реологических измерений; <b>Уметь:</b> проводить измерения реологических показателей качества. <b>Владеть</b> <b>навыками:</b> обработки экспериментальных данных реологических измерений

Таблица 2

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование тем и их содержание	Количество часов СР по формам обучения	
	очная	заочная
Общие положения.		17
Научные основы инженерной реологии. Классификация реологических тел и их основные структурно-механические свойства (СМС).		27
Сдвиговые, компрессионные и поверхностные характеристики мясных, молочных и рыбных продуктов. Влияние технологических и механических факторов на СМС.		27
Методы и приборы для измерения структурно-механических свойств пищевых продуктов		27
Оптимизация технологических процессов и контроль качества продукции на всех стадиях производства методами инженерной реологии.		26
Итого:		124

Таблица 3.

## Перечень рекомендуемой литературы

Основная:

1.	Реология: концепции, методы, приложения : авториз. пер. с англ. / А. Я. Малкин, А. И. Исаев. - Санкт-Петербург : Профессия, 2010, 2007. - 557 с. :
2.	Арет В.А. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Арет В.А., Руднев С.Д.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Интермедия, 2014.— 245 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/30213.html">http://www.iprbookshop.ru/30213.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная:

3.	Забодалова, Л.А. Инженерная реология : учебно-методическое пособие / Л.А. Забодалова, М.С. Белозерова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 41 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91357">https://e.lanbook.com/book/91357</a>
4.	Реология пищевых продуктов : лаб. практикум : учеб. пособие для вузов / А. С. Максимов, В. Я. Черных. - Санкт-Петербург : Гиорд, 2006. - 169, [1] с. -

## **Общие положения.**

Предмет, задачи и значение дисциплины. Роль инженерной реологии в обеспечении контроля, регулирования и управления качеством сырья и готовой продукции. Инженерная реология как наука о деформации и течении материалов. Составные части инженерной реологии. Пищевые материалы как предмет изучения инженерной реологии.

*Методические рекомендации по изучению темы.*

Бакалавру следует обратить внимание на следующие понятия: реология, реометрия, микро- и макрореология, жидкость, твердое тело, сдвиг, напряжение, виды связи воды, тиксотропия, реопексия.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Опишите свойства реальных пищевых масс.
2. Каков состав пищевых масс.
3. Какая связь между химическим составом и физическими свойствами.
4. На какие группы делятся структуры дисперсных систем в состоянии термодинамического равновесия.
5. Какими свойствами обладают высококонцентрированные дисперсные системы.

## **Научные основы инженерной реологии. Классификация реологических тел и их основные структурно-механические свойства (СМС).**

Общие вопросы. Общие положения. Определения и понятия. Виды дисперсий. Типы структур и их классификация. Классификация реологических тел. Основные термины и определения реологии: аксиомы реологии, деформация, упругость, вязкость, пластичность, адгезия и др. Реологические модели простых “идеальных” тел. Основные уравнения напряжений и деформаций “идеальных” тел. Реологические модели сложных реальных тел. Основные уравнения сложных реологических тел. Основные уравнения сложных реологических тел. Основные нелинейные эмпирические уравнения

напряжений и деформаций для реальных пищевых масс. Применение реологических моделей для описания свойств реальных пищевых масс.

*Методические рекомендации по изучению темы.*

Бакалавру необходимо изучить виды дисперсий и их классификации.. При этом следует обратить особое внимание на реологические модели идеальных и реальных тел и уравнения их характеризующие.

Бакалавр должен иметь четкое представление о следующих понятиях: дисперсные системы, дисперсная фаза, дисперсионная среда, деформация, упругость, вязкость, пластичность, адгезия, механические модели, тело Ньютона, Гука, Сен-Венана. Рэнкина, идеально упругое тело, идеально вязкая жидкость, предел прочности. предел текучести, реограмма, полная вязкость жидкости, ньютоновские и неньютоновские жидкости.

**Вопросы для самопроверки**

1. Приведите основные нелинейные эмпирические уравнения напряжений и деформаций для реальных пищевых масс.
2. Сравните свойства различных, реальных пищевых продуктов.
3. Какие существуют простейшие виды нагружения.
4. Какие реологические константы характерны для чисто упругих изотропных тел.
5. Какое свойство жидкости является основным.
6. Какими свойствами обладают ньютоновские и неньютоновские жидкости.
7. Приведите реологические модели неполных кривых течения.
8. Опишите свойства гуковских и негуковских тел.
9. Опишите свойства реологических тел с помощью механических моделей.

**Сдвиговые, компрессионные и поверхностные характеристики мясных, молочных и рыбных продуктов. Влияние технологических и механических факторов на СМС.**

Структурно-механические характеристики пищевых материалов как объективный показатель воздействия. Основные структурно-механические характеристики пищевых материалов: сдвиговые компрессионные и поверхностные. Сдвиговые свойства пищевых масс: предельное напряжение сдвига, эффективная и пластическая вязкость, период релаксации, и др. Компрессионные свойства пищевых продуктов: модуль упругости, равновесный модуль, относительная и объемная деформации, плотность и др. Поверхностные свойства пищевых материалов: липкость и коэффициент внешнего трения. Влияние технологических факторов на структурно-механические свойства пищевых материалов: температуры, влагосодержания, давления, степени измельчения, продолжительности измельчения и др.

*Методические рекомендации по изучению темы.*

Бакалавру следует ознакомиться с основными структурно-механическими характеристиками пищевых материалов. При изучении данной темы необходимо иметь четкое представление о влиянии различных технологических факторов на структура пищевого продукта, а также обратить внимание на следующие понятия: липкость, адгезия, когезия, адгезив, субстрат, коэффициент внешнего трения, предельное напряжение сдвига, пенетрация, эффективная и пластическая вязкость, период релаксации модуль упругости, равновесный модуль, относительная и объемная деформации.

**Вопросы для самопроверки**

1. Опишите поверхностные свойства пищевых материалов.
2. Опишите влияние технологических факторов на структурно-механические свойства пищевых материалов.
3. Опишите прочностные свойства твердых пищевых продуктов.
4. Какие компрессионные свойства у твердых пищевых продуктов.
5. Дайте определение понятиям адгезия, когезия, внешнее трение
6. Перечислите теории адгезии.
7. Укажите роль адгезии в пищевом производстве.
8. Перечислите способы измерения адгезионной прочности.



9. Перечислите требования, предъявляемые к адгезионным приборам
10. Каковы факторы, влияющие на величину адгезии.
11. Опишите методы усиления или ослабления адгезионного взаимодействия.

### **Методы и приборы для измерения структурно-механических свойств пищевых продуктов.**

Методология, классификация методов и приборов для измерения структурно-механических свойств пищевых масс. Приборы для измерения сдвиговых свойств продуктов: капиллярные вискозиметры, ротационные вискозиметры, консистометры, пенетрометры и др. Приборы для измерения компрессионных свойств пищевых масс: приборы для измерения сжатия-растяжения, дефометры, компрессионные акалориметры, приборы для измерения кручения, среза и др. Приборы для измерения поверхностных свойств продуктов: адгезиометры, трибометры и др. Приборы для измерения структурно-механических свойств в технологическом потоке.

#### *Методические рекомендации по изучению темы.*

Бакалавр должен иметь четкое представление о следующих понятиях: вискозиметр, динамическая и кинематическая вязкость, ньютоновская и неньютоновская жидкость, адгезиометр, трибометр, фрикционные характеристики, зондирование и собственно пенетрация, чувствительный и воспринимающий элементы. элемент отсчета, коаксильные цилиндры, номинальная и фактическая площадь контакта, индентор.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Дайте характеристику приборов для измерения поверхностных свойств продуктов.
2. Дайте характеристику приборов для измерения структурно-механических свойств.
3. Перечислите принципы нагружения твердых тел.
4. Как производится инструментальное определение твердости.
5. Консистенция и текстура пищевых продуктов.

6. Что такое вязкость. Укажите чем отличаются ньютоновские жидкости от неньютоновских.

7. Перечислите виды капиллярных вискозиметров и изложите принцип работы.

8. Приведите виды ошибок капиллярной реометрии.

9. Перечислите допущения в теории капиллярных вискозиметров.

Какой должен быть режим движения.

10. Чем характеризуется режим движения.

11. Что представляет собой критерий Рейнольдса.

12. Обоснуйте необходимость использования термостата при измерении вязкости.

13. Для характеристики качества каких продуктов используется показатель «вязкость».

### **Оптимизация технологических процессов и контроль качества продукции на всех стадиях производства методами инженерной реологии.**

Актуальность проведения контроля за технологическими процессами и качеством продукции. Автоматизированный контроль качества продуктов. Связь между структурно-механическими свойствами продукта и сенсорной оценкой качества. Оптимизация технологических процессов на основе инженерной реологии.

*Методические рекомендации по изучению темы.*

Бакалавр должен иметь четкое представление о следующих понятиях: биотехнологическая среда, выдержка и осадка биотехнологического сырья, куттерование, «модельный» фарш, влагосодержание, регулятор.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Приведите примеры автоматизированного контроля качества продуктов.

2. Какая связь между свойствами и сенсорной оценкой качества продукта.

3. Приведите примеры оптимизации технологических процессов на основе инженерной реологии.