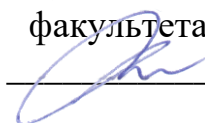


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет технологический

Кафедра «Технологии пищевых производств»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан технологического  
факультета



С.Ю. Труднев  
«21» декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физико-механические свойства сырья и готовой продукции»**

направление подготовки  
15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(уровень бакалавриата)

направленность (профиль):  
«Машины и аппараты пищевых производств»

Петропавловск-Камчатский,  
2022

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ТПП, к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_

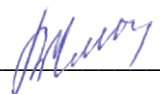
Благонравова М.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологии пищевых производств»

«21» декабря 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой «Технологии пищевых производств», к.б.н., доцент

«21» декабря 2022 г.

  
\_\_\_\_\_

Чмыхалова В.Б.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины – сформировать у обучающихся необходимые знания о физико-механических свойствах пищевых продуктов и сырья как объекта переработки с учетом технологических, технических и экологических аспектов производства, о приборах для определения структурно-механических свойств пищевых материалов; подготовить студентов к решению конкретных производственных задач и к разработке перспективных вопросов, связанных с технологическим оборудованием отрасли.

Задачи преподавания дисциплины – приобретение обучающимися теоретических знаний о физико-механических свойствах пищевых продуктов и сущности физических явлений, происходящих в процессе переработки; приобретение теоретических и практических знаний в области методологии измерения и приборной техники для определения структурно-механических свойств пищевых масс.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

– способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении (ОПК–7);

– способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению (ОПК–11).

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК–7	способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> : Знает современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	Знать: – классификацию реологических тел на основе структурно-механических свойств; – классификацию методов и приборов для измерения структурно-механических свойств пищевых масс; – классификацию приборов для определения реологических свойств; – физико-механические характеристики твердых компонентов сырья при статических и динамических воздействиях рабочих органов	3(ОПК-7)1  3(ОПК-7)2  3(ОПК-7)3  3(ОПК-7)4

			перерабатывающего оборудования	
		ИД-2 <sub>ОПК-7</sub> : Умеет применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	Уметь: – производить измерения структурно-механических свойств пищевых продуктов; – определять влияние технологических и механических факторов на физико-механические характеристики твердых компонентов сырья при статических и динамических воздействиях рабочих органов перерабатывающего оборудования	У(ОПК-7)1  У(ОПК-7)2
		ИД-3 <sub>ОПК-7</sub> : Владеет навыками рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов	Владеть: – навыками работы с приборами для измерения структурно-механических свойств пищевых масс	В(ОПК-7)1
ОПК–11	способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub> : Знает методы контроля качества технологических машин и оборудования	Знать: – физико-механические характеристики компонентов сырья при статических и динамических воздействиях рабочих органов перерабатывающего оборудования	З(ОПК-11)1
		ИД-2 <sub>ОПК-11</sub> : Умеет применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, разрабатывать мероприятия по предупреждению нарушений их работоспособности	Уметь: – определять влияние технологических и механических факторов на физико-механические характеристики компонентов сырья при статических и динамических воздействиях рабочих органов перерабатывающего оборудования	У(ОПК-11)1
		ИД-3 <sub>ОПК-11</sub> : Владеет навыками анализа причин нарушений работоспособности	Владеть: – навыками работы с приборами для измерения структурно-механических свойств пищевых масс	В(ОПК-11)1

		технологических машин и оборудования и разработки мероприятий по их предупреждению		
--	--	--	--	--

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физико-механические свойства сырья и готовой продукции» является дисциплиной по выбору обязательной части в структуре образовательной программы. Ее изучение базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Химия», «Физика». Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Физико-механические свойства сырья и готовой продукции», необходимы для подготовки выпускной квалификационной работы.

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Тематический план дисциплины

Таблица 2 – Тематический план дисциплины для обучающихся по очной форме

Наименование тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 1: НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕОЛОГИИ	7	4	4			3	Тестирование	
Тема 2: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКООБРАЗНЫХ СРЕД	6	2	2			4	Тестирование	
Тема 3: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЯЗКО-ТЕКУЧИХ СРЕД	6	2	2			4	Тестирование	
Тема 4: АДГЕЗИЯ И ТРЕНИЕ	6	2	2			4	Тестирование	
Тема 5: МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ МАСС	36	21	4	17		15	Коллоквиум	
Тема 6: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЯ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	6	2	2			4	Коллоквиум	
Тема 7: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	5	1	1			4	Коллоквиум	
Зачет								
Всего	72	34	17	17		38		

Таблица 3 – Тематический план дисциплины для обучающихся по заочной форме

Наименование тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 1: НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕОЛОГИИ	8					8	Тестирование	
Тема 2: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКООБРАЗНЫХ СРЕД	8,5	0,5	0,5			8	Тестирование	
Тема 3: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЯЗКО-ТЕКУЧИХ СРЕД	8,5	0,5	0,5			8	Тестирование	
Тема 4: АДГЕЗИЯ И ТРЕНИЕ	9	1	1			8	Тестирование	
Тема 5: МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ МАСС	17	5	1	4		12	Коллоквиум	
Тема 6: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЯ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	9	1	1			8	Коллоквиум	
Тема 7: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	8					8	Коллоквиум	
Зачет	4							4
Всего	72	8	4	4		60		4

Таблица 4 – Распределение учебных часов по модулям дисциплины (4 курс, 8 семестр очной формы обучения)

Наименование вида учебной нагрузки	Модуль 1	Модуль 2	Итого
Лекции	10	7	17
Лабораторные занятия	не предусмотрены	не предусмотрены	–
Практические занятия	–	17	17
Самостоятельная работа	38		38
Курсовая работа			–
Экзамен			–
Зачет			–
Итого в зачетных единицах			2
<b>Итого часов</b>			<b>72</b>

Таблица 5 – Распределение учебных часов по модулям дисциплины (4 курс заочной формы обучения)

Наименование вида учебной нагрузки	Итого часов
Лекции	4
Лабораторные занятия	–
Практические занятия	4
Самостоятельная работа	60
Курсовая работа	–
Экзамен	–
Зачет	4
Итого в зачетных единицах	2
<b>Итого часов</b>	<b>72</b>

## 4.2. Описание содержания дисциплины по модулям

### Дисциплинарный модуль 1.

#### *Лекция 1.1.* ВВЕДЕНИЕ. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕОЛОГИИ

##### *Рассматриваемые вопросы*

Предмет и задачи дисциплины. История и перспективы развития науки. Пищевые продукты как реологические тела. Виды сырья и продуктов его переработки.

Общие положения: основные понятия, теории напряженного и деформированного состояния, основные физико-механические свойства материалов.

Виды дисперсий: типы дисперсных систем пищевых продуктов, классификация пищевых продуктов по реологическим свойствам и текстурным признакам.

Типы структур пищевых продуктов, их характеристика: коагуляционные структуры, их способность к тиксотропии; конденсационные, кристаллизационные, комбинированные структуры.

Основные термины и определения: аксиомы реологии; понятие деформации, виды деформации; вязкость, упругость, пластичность.

#### *Лекция 1.2.* НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕОЛОГИИ

##### *Рассматриваемые вопросы*

Описание свойств тел с помощью механических моделей: механические модели простых "идеальных" тел, основные уравнения напряжений и деформаций; механические модели сложных реальных тел, основные уравнения напряжений и деформаций.

Основные структурно-механические характеристики пищевых материалов: сдвиговые свойства пищевых масс, компрессионные свойства пищевых масс, поверхностные свойства пищевых материалов.

#### *Лекция 1.3.* ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКООБРАЗНЫХ СРЕД

##### *Рассматриваемые вопросы*

Гранулометрический состав сыпучих продуктов: классификация сыпучих продуктов по их гранулометрическому составу, разделение сыпучих сред.

Физические свойства: гигроскопичность, насыпная плотность и удельный объем, порозность.

Механические свойства: сыпучесть, угол естественного откоса, угол обрушения, слёживаемость, предельное и начальное сопротивление сдвигу.

Аэродинамические свойства: аэродинамические свойства сыпучих продуктов, скорость витания.

#### **Лекция 1.4. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЯЗКО-ТЕКУЧИХ СРЕД**

##### *Рассматриваемые вопросы*

Основные свойства жидкостей: деформация и течение вязко-текучих сред; реологические уравнения состояния ньютоновских и неньютоновских жидкостей.

Основные закономерности поведения вязко-текучих сред: особенности поведения ньютоновских и неньютоновских жидкостей; кривые течения жидкостей; тиксотропное и реопексивное поведение.

Вязко-упругие жидкости: уравнение состояния вязко-упругих жидкостей; основные свойства вязко-упругих жидкостей: релаксация напряжения и ползучесть.

#### **Лекция 1.5. АДГЕЗИЯ И ТРЕНИЕ**

##### *Рассматриваемые вопросы*

Физические явления на границе взаимодействия сыпучих и вязких сред с твердыми поверхностями рабочих органов технологического оборудования: виды адгезии; факторы, влияющие на формирование адгезионной связи; адгезионный и когезионный разрыв; уравнения, определяющие силы взаимодействия между телами на границе контакта.

Роль адгезии и трения в процессах пищевых производств: влияние адгезии и трения на технологические процессы; основные направления воздействия на характеристики поверхностей субстрата и адгезива.

**СРС по модулю 1.** Проработка теоретического материала. Подготовка к тестированию.  
Тестирование

##### *Тест*

Микрореология исследует:

- а) течение разнообразных биологических жидкостей;
- б) деформации тканей у человека и животных;
- в) деформации и течение в микрообъемах.

К какой дисперсной системе относится сметана:

- а) к жидкообразной
- б) к связанной мягкой;
- в) к истинному раствору.

К жидкостям относятся вещества, у которых при постоянном напряжении сдвига наблюдается течение:

- а) с постоянной скоростью;
- б) с переменной скоростью.

Тиксотропией обладают продукты:

- а) с коагуляционной структурой;
- б) с конденсационной структурой;
- в) с кристаллизационной структурой.

Какой вид имеет реограмма ньютоновской жидкости:

- а) кривой, проходящей через начало координат;
- б) прямой, проходящей через начало координат;
- в) кривой, не проходящей через начало координат;
- г) прямой, не проходящей через начало координат.

Что происходит в результате упругой деформации твердого тела при сдвиге:

- а) объём увеличивается, а форма остается прежней;
- б) объём уменьшается, а форма остается прежней;
- в) объём остаётся прежним, а форма изменяется.

Какие из перечисленных продуктов имеют коагуляционную структуру:

- а) яблоко;
- б) йогурт;



- в) сливочное масло;
- г) сахар;
- д) жареная рыба;
- е) мороженая рыба;
- ж) сырой фарш.

Если при отрыве жесткой пластины от продукта разделение проходит по границе раздела фаз, то это:

- а) когезионный разрыв;
- б) адгезионный разрыв.

Механической моделью упругого тела является:

- а) демпфер;
- б) пружина;
- в) пара сцепленных пластин.

При деформации объёмного расширения:

- а) объём увеличивается, а форма остается прежней;
- б) объём уменьшается, а форма остается прежней;
- в) объём остаётся прежним, а форма изменяется.

## **Дисциплинарный модуль 2.**

### **Лекция 2.1. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ МАСС**

#### *Рассматриваемые вопросы*

Классификация методов и приборов для измерения физико-механических свойств пищевых масс: методы измерения физико-механических свойств пищевых продуктов; классификация приборов для определения физико-механических свойств; ошибки при измерении.

Приборы для измерения сдвиговых свойств продуктов: капиллярные вискозиметры (конструкция, принцип действия, теория капиллярных вискозиметров, методика измерения и расчёта); шариковые вискозиметры (конструкция, принцип действия, методика измерения и расчёта); ротационные вискозиметры (конструкция, принцип действия, теория ротационных вискозиметров, методика измерения и расчёта); пенетрометры (конструкция, принцип действия, методика измерения и расчёта); консистометры (конструкция, принцип действия, методика измерения и расчёта); пластометры (конструкция, принцип действия, методика измерения и расчёта).

### **Лекция 2.2. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ МАСС**

#### *Рассматриваемые вопросы*

Приборы для измерения прочностных и компрессионных свойств пищевых масс (конструкция, принцип действия, методика измерения и расчёта): приборы для измерения сжатия и растяжения; приборы для измерения кручения; приборы для измерения среза; компрессионные акалориметры; дефометры.

Приборы для измерения поверхностных свойств продуктов (конструкция, принцип действия, методика измерения и расчёта): адгезиометры; трибометры.

**Практическая работа 2.1.** Изучение метода определения прочности студней на основе агар-агароида и желирующего крахмала [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.2.** Изучение метода определения прочности студней по методике установки режима «Валента» для прибора «Структурометр СТ-1М» [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.3.** Изучение метода определения усилия нагружения индентора при заданной величине деформации желатина (Режим «Блюма» - «Bloom Strength») [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.4.** Изучение метода определения усилия нагружения индентора по методике установки режима «Блюма» («Bloom Strength») для прибора «Структурометр СТ-1М» [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.5.** Изучение метода определения прочности студня на основе агара (Режим «Nikkansui» - Режим «Никан») [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.6.** Изучение метода определения прочности студня на основе агара по методике установки режима «Никан» для прибора «Структурометр СТ-1М» (СТ-03-03Р) [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.7.** Изучение метода определения липкости пищевого продукта (Режим «Адгезия») [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.8.** Изучение метода определения липкости пищевого продукта по методике установки режима «Адгезия» для прибора «Структурометр СТ-1М» [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

**Практическая работа 2.9.** Изучение метода определения предельного напряжения сдвига в пищевых продуктах (Режим «Предельное напряжение сдвига») [5].

*Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.*

### **Лекция 2.3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЯ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

#### *Рассматриваемые вопросы*

Методы разрушения твердых компонентов сырья: основные способы разрушения твердых материалов; применение разрушения в технологических процессах.

Основные закономерности процессов дробления, измельчения и ударного разрушения: физические основы разрушения твердых материалов; классификация твердых материалов.

### **Лекция 2.4. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

#### *Рассматриваемые вопросы*

Контроль качества полуфабрикатов и готовой продукции по физико-механическим характеристикам: актуальность проведения контроля качества продуктов с помощью реологических методов; влияние технологических факторов на физико-механические свойства пищевых материалов; оптимизация технологических процессов на основе инженерной реологии. Автоматизированный контроль качества продуктов: принципы автоматизации реологических исследований; производственные автоматизированные приборы непрерывного действия.

**СРС по модулю 2.** Проработка теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к коллоквиуму.

Коллоквиум.

*Перечень вопросов к коллоквиуму*

1. Способы разрушения твердых материалов. Применение разрушения в технологических процессах
2. Влияние температуры на физико-механические свойства пищевых материалов.
3. Влияние стабилизирующих добавок на физико-механические свойства пищевых масс.
4. Принципы автоматизации реологических исследований.
5. Производственные автоматизированные приборы непрерывного действия
6. Применение методов реологии в расчетах технологических процессов и оборудования при измельчении твердых компонентов сырья.
7. Применение методов реологии в расчетах технологических процессов и оборудования при формировании пищевых масс.
8. Применение методов реологии в расчетах технологических процессов и оборудования при транспортировании вязких сред.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработку (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработку рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к тестированию;
- подготовку к коллоквиуму;
- подготовку к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (зачет).

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса и подготовку к лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используется следующее учебно-методическое пособие

Салтанова Н.С., Благоданова М.В. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции: методические указания к практическим работам для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ (электронная версия).

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Типы дисперсных систем пищевых продуктов.
2. Характеристика структур пищевых продуктов.
3. Основные физико-механические свойства материалов.
4. Основные виды деформации.
5. Свойства гуковских и негуковских тел.
6. Теории и аксиомы реологии.
7. Схемы механических моделей простых «идеальных» тел.
8. Сдвиговые, компрессионные и поверхностные свойства пищевых масс.
9. Классификация сыпучих продуктов по их гранулометрическому составу.
10. Физические свойства сыпучих сред.
11. Механические свойства сыпучих сред.
12. Аэродинамические свойства сыпучих сред.
13. Реологическое уравнение состояния ньютоновской жидкости.
14. Кривые течения ньютоновских и неньютоновских жидкостей.
15. Основные свойства вязко-упругих жидкостей.
16. Виды адгезии.
17. Факторы, влияющие на формирование адгезионной связи.
18. Отличия когезионного и адгезионного разрыва.
19. Основные направления воздействия на характеристики поверхностей субстрата и адгезива.
20. Классификация методов и приборов для измерения физико-механических свойств пищевых продуктов.
21. Приборы для измерения сдвиговых свойств продуктов.
22. Приборы для измерения прочностных и компрессионных свойств продуктов.
23. Приборы для измерения поверхностных свойств продуктов.
24. Факторы, влияющие на выбор метода измельчения.
25. Основные закономерности процессов разрушения.
26. Влияние технологических факторов на физико-механические свойства пищевых продуктов.
27. Характеристика автоматизированного контроля качества продуктов.
28. Пути оптимизации технологических процессов на основе инженерной реологии.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература*

1. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепция, методы, приложения / Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2007. – 560 с. (38 экз.).
2. Салтанова Н.С. Реология: Учебное пособие. Рекомендовано ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 260200.62 (19.03.03) «Продукты питания животного происхождения» и 260100.62 (19.03.02) «Продукты питания из растительного сырья». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 127 с. (30 экз.).

### *Дополнительная литература*

3. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции: учеб. пособие. – СПб. : ГИОРД, 2009. – 448 с. (5 экз.).
4. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с. (302 экз.).

### **Методические указания по дисциплине**

5. Салтанова Н.С., Благонравова М.В. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции: методические указания к практическим работам для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ (электронная версия).

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. Вязкость жидкости: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vmede.org/sait/?id=Medbiofizika\\_fedorov\\_2008&menu=Medbiofizika\\_fedorov\\_2008&page=10](http://vmede.org/sait/?id=Medbiofizika_fedorov_2008&menu=Medbiofizika_fedorov_2008&page=10)
2. Доня Д.В. Махачева Е.В. Реологические показатели комбинированных мясных фаршей: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/reologicheskie-pokazateli-kombinirovannyh-myasnyh-farshey>
3. Инженерная реология как наука: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prodmashimpeks.ru/70.html>
4. Реология и вискозиметрия: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://physics.susu.ru/\\_m/1\\_1.pdf](http://physics.susu.ru/_m/1_1.pdf)
5. Роль адгезии в процессах пищевых производств: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/3\\_181435\\_rol-adgezii-v-protsessah-pishchevih-proizvodstv.html](http://studopedia.ru/3_181435_rol-adgezii-v-protsessah-pishchevih-proizvodstv.html)
6. Российское образование. Федеральный портал: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>
7. Татулов В. Ю. Разработка реологического метода объективной оценки качества мясного сырья (свинины): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-reologicheskogo-metoda-obektivnoy-otsenki-kachestva-myasnogo-syrya-svininy#ixzz45yAYWrWB>
8. Устройство для измерения адгезии пищевых продуктов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/155/1552097.html>
9. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
10. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>
11. Электронные каталоги АИБС MAPKSQL: «Книги», «Статьи», «Диссертации», «Учебно-методическая литература», «Авторефераты», «Депозитарный фонд»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vzfei.ru/rus/library/elect\\_lib.htm](http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.htm)
12. Электронная библиотека диссертаций РГБ: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методика преподавания дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (зачет).

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины и понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консульта-

ции, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными, для каждой темы дисциплины.

Учебные занятия практического типа включают выполнение работы, оформление письменного отчета, защиту работы в диалоговом режиме.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций обучающиеся имеют возможность получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы. Обучающиеся имеют возможность получить квалифицированную консультацию по темам дисциплины, вопросам, на которые обучающийся не смог самостоятельно найти ответ в рекомендуемой литературе.

Самостоятельная работа обучающегося по дисциплине включает такие виды работы, как:

- составление конспектов основных положений, понятий, определений, отдельных наиболее сложных вопросов;
- составление ответов на основные вопросы изучаемых тем;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к тестированию;
- подготовку к коллоквиуму.

В ходе самостоятельной работы обучающийся должен систематически осуществлять самостоятельный контроль хода и результатов своей работы, постоянно корректировать и совершенствовать способы ее выполнения.

## **10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

## **11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

### **11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы дисциплины;
- использование электронных презентаций;
- изучение нормативных документов на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, проработка документов;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, а также в ЭИОС.

### **11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);

– комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций).

### **11.3 Перечень информационно-справочных систем**

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория 6-308, в которую входит набор мебели ученической на 32 посадочных места, 1 аудиторная доска с подсветкой, 1 стол и 1 стул для преподавателя.

Для самостоятельной работы обучающихся используются кабинеты 6-214 и 6-314; каждый оборудован комплектом учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

Технические средства обучения для представления учебной информации большой аудитории включают аудиторную доску, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, мобильный экран).

Комплект раздаточного материала (технические документы на пищевые продукты, пищевые добавки, ГОСТы на методы анализа).

## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Физико-механические свойства сырья и готовой продукции» для направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии пищевых производств»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /