***На правах рукописи***

Минобрнауки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*«Б.1.В.ОД.4 Физико-механические свойства пищевых продуктов»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*15.03.02 Технологические машины и оборудование*

(код и наименование направления подготовки)

*Машины и аппараты пищевых производств*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Соловых С. Ю.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры машин и аппаратов химических и пищевых производств

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Василевская С.П.

Методические указания является приложением к рабочей программе по дисциплине Физико-механические свойства пищевых продуктов, зарегистрированной в ЦИТ под учетным номером\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
|  |
|  |

**Содержание**

[1. Методические рекомендации по изучению дисциплины 4](#_Toc11592701)

[2. Методические рекомендации при подготовке к лекциям 4](#_Toc11592702)

[3. Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям 4](#_Toc11592703)

[4. Методические указания по самостоятельной работе 5](#_Toc11592704)

[5. Методические указания к выполнению расчетно-графического задания 6](#_Toc11592705)

[6. Методические указания по промежуточной аттестации по дисциплине 10](#_Toc11592706)

# Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся в ЭБС, на образовательных порталах в Интернет или сайте кафедры, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

После получения списка рекомендованной литературы студенту необходимо получить в библиотеке доступ (в бумажном/электронном виде) как минимум к одному из рекомендованных источников.

# Методические рекомендации при подготовке к лекциям

Лекции являются **о**сновным видом аудиторной работы студентов. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель. Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти. С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл.

Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего рекомендуется применять различные способы выделений. Доработанный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к практическим занятиям.

# Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям

Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала, что требует периодического возврата к ранее изученному материалу. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, отработки планируемых результатов обучения в компетенциях «уметь» и «владеть». Практическое занятие проводится под руководством преподавателя в учебной аудитории. Служит для на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. Опираясь на знания, полученные на лекции, используя справочно-методическую литературу, студент устанавливает логическую связь между теоретической составляющей дисциплины и практическим применениям знаний её составляющих.

На практических занятиях осуществляются следующие формы работ со студентами: *индивидуальная* (оформление и защита отчета по работе); *групповая* (выполнение заданий малыми группами до 4 человек).

**Структура и последовательность занятий**: на первом, вводном, занятии проводится инструктаж студентов по охране труда, технике безопасности и правилам работы в аудитории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа. Студенты также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком занятий и основными формами контроля выполненных работ.

Остальные практические занятия проводятся последующему алгоритму – ознакомление с теоретической составляющей работы, проведение эксперимента/выполнение расчета, оформление отчета с расчетами, рисунками и графиками, защита отчета. Отчет по работе оформляется согласно требованиям СТО 02069024.101.

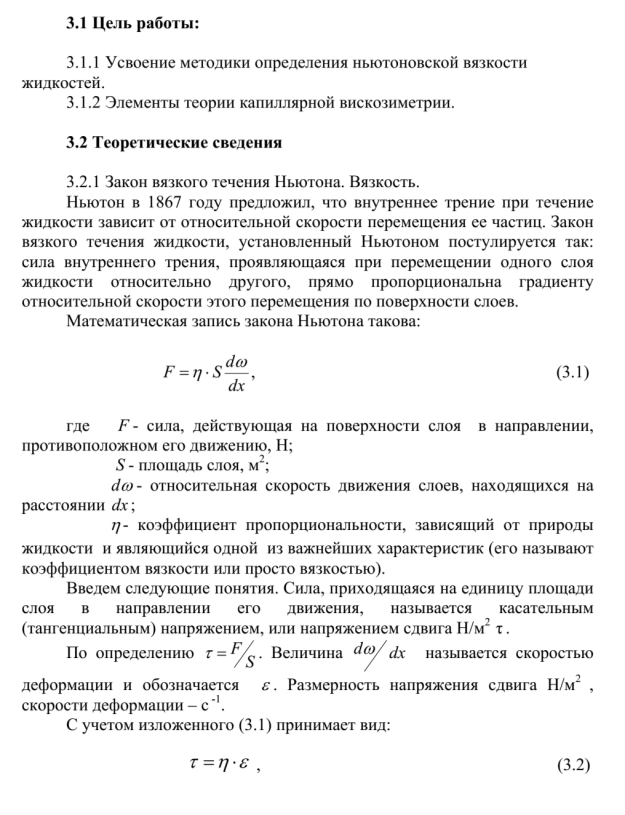
Для подготовки к практическим занятиям рекомендуется использовать следующий источник:

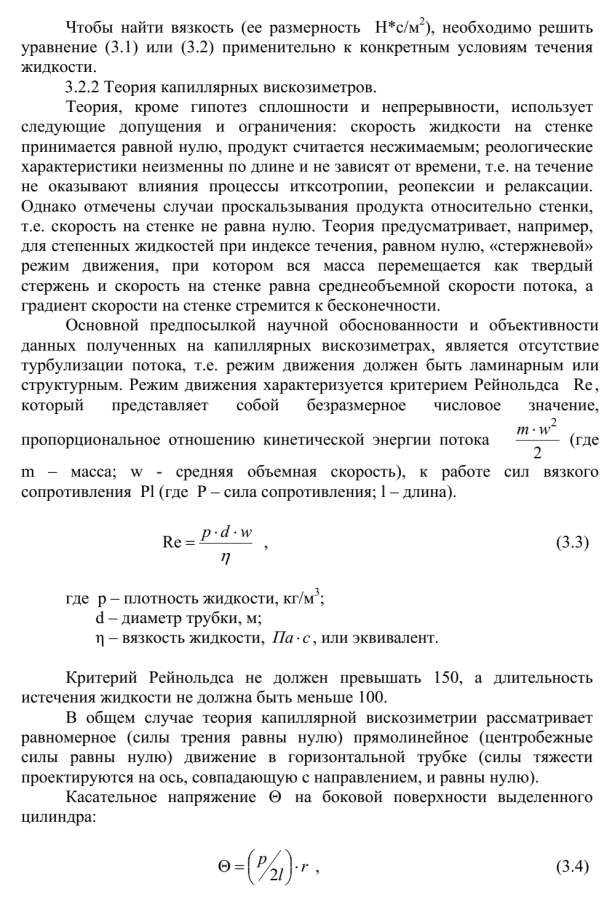
1. Исследование физико-механических свойств пищевых продуктов [Текст] : метод. указания по курсам "Физ.-мех. свойства пищевых продуктов. Инженер. реология" / С. В. Антимонов [и др.]. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. - 37 с. - Библиогр.: с. 37.

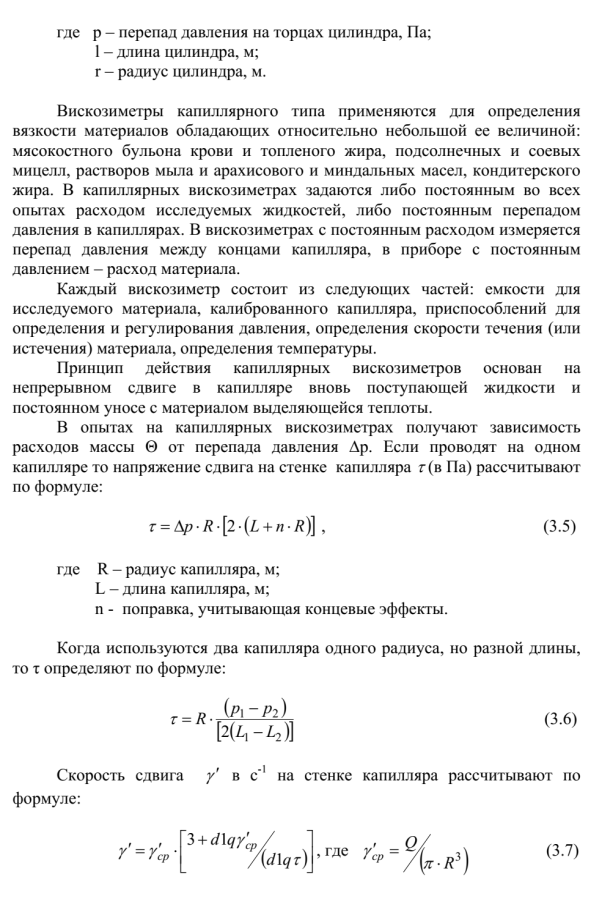
Далее представлены материалы к основным практическим работам по физико-механическим свойствам пищевых продуктов.

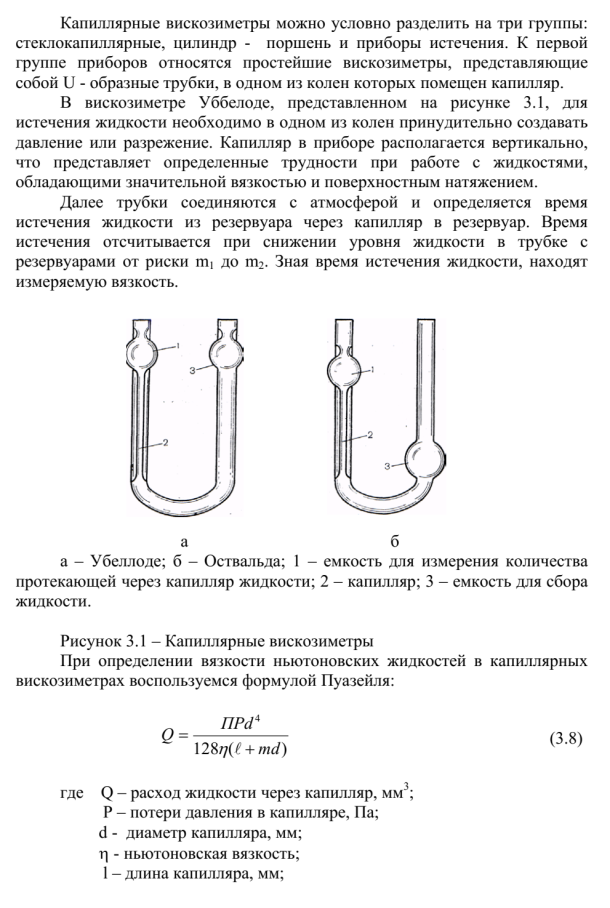
1. Изучение работы капиллярного вискозиметра
2. Изучение реологических моделей дисперсных систем
3. Изучение работы ротационного вискозиметра

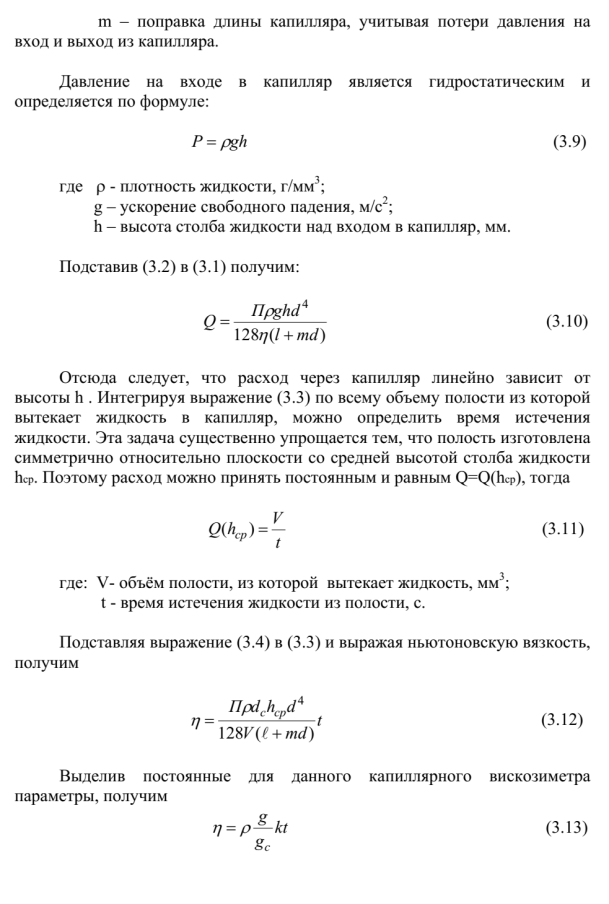
**Изучение работы капиллярного вискозиметра**

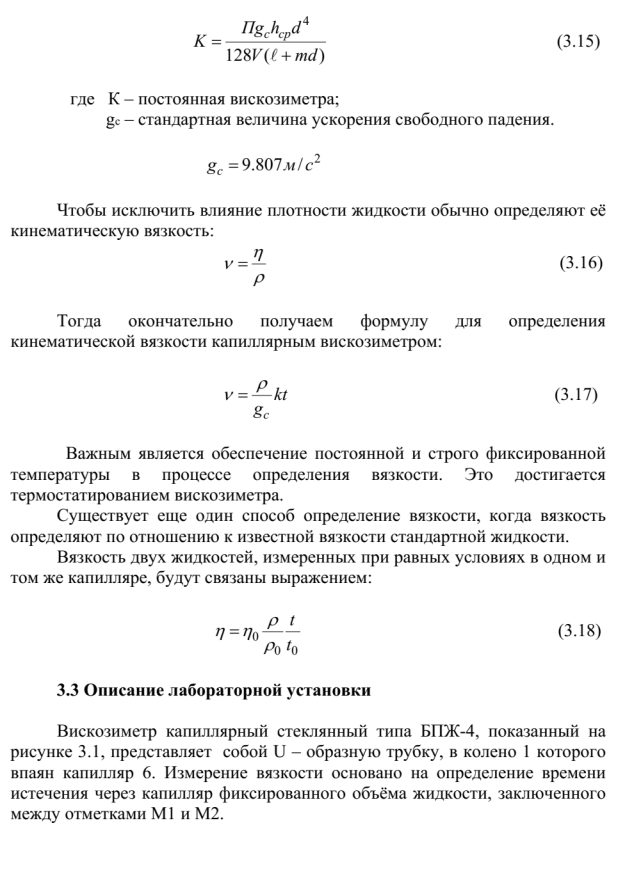




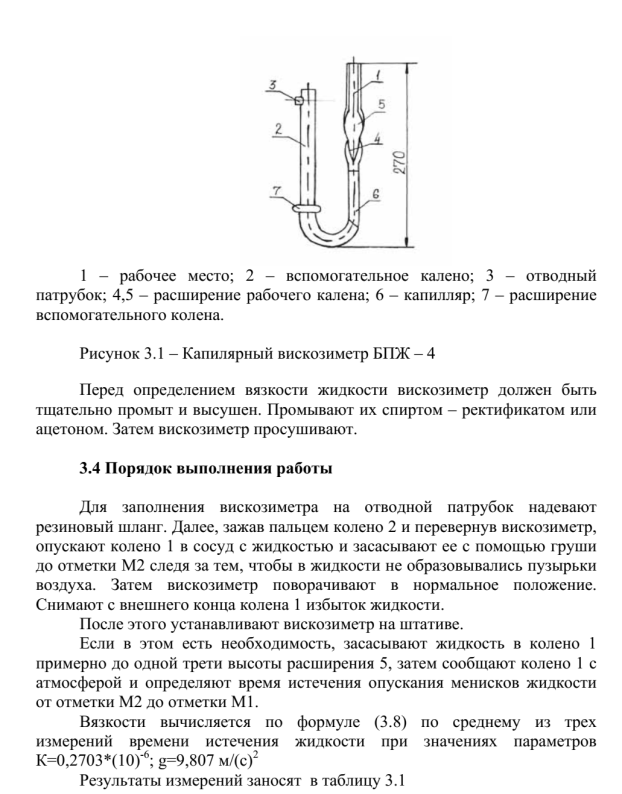
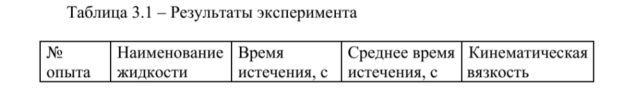




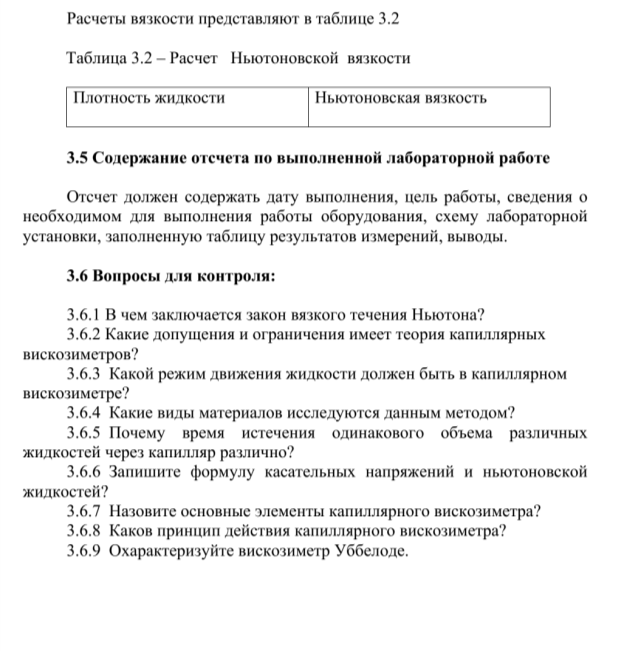


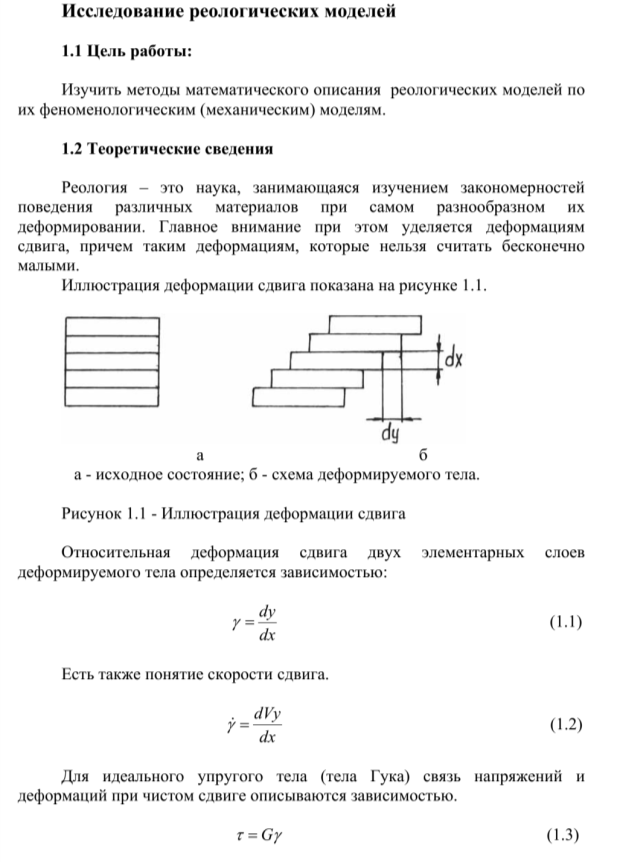


ВПЖ-4,

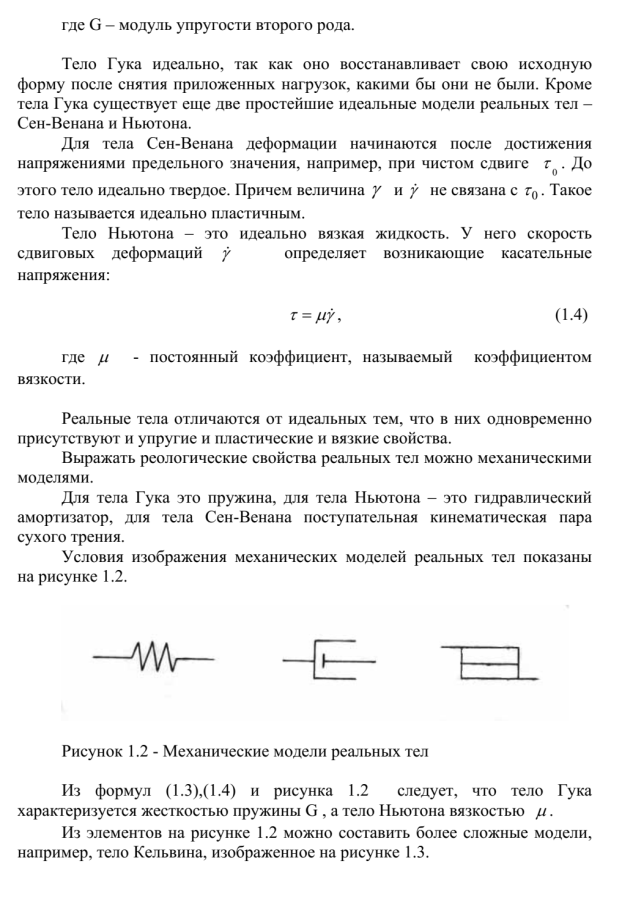
 

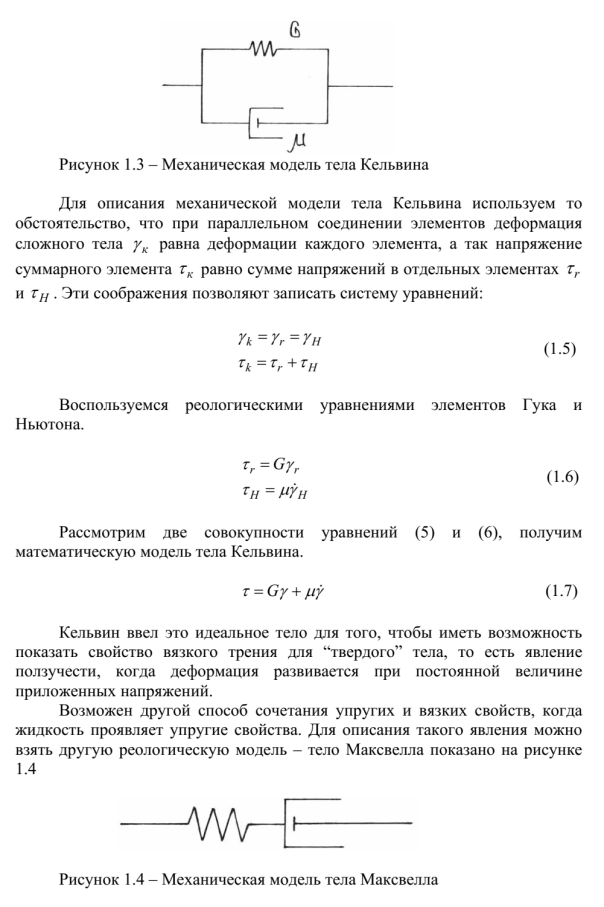
ВПЖ-4

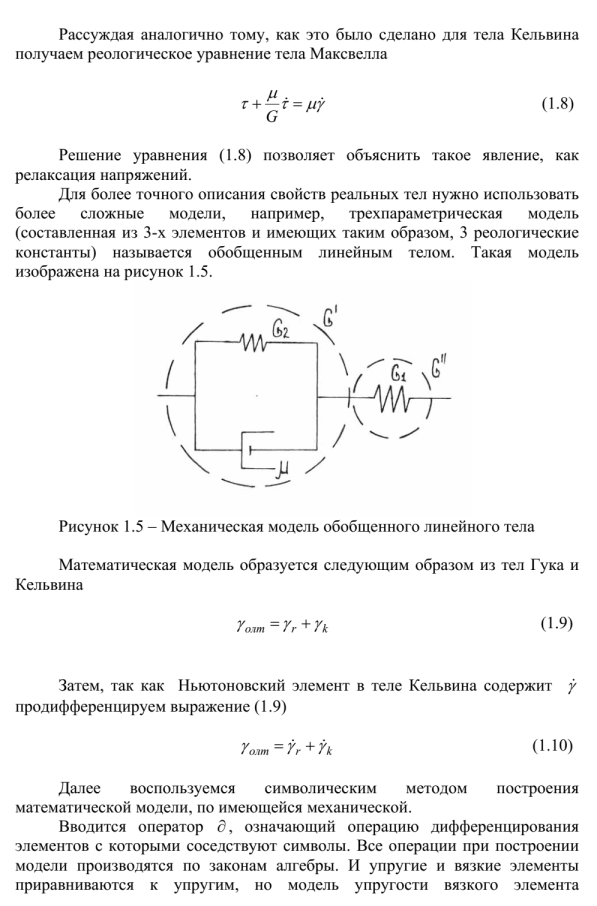


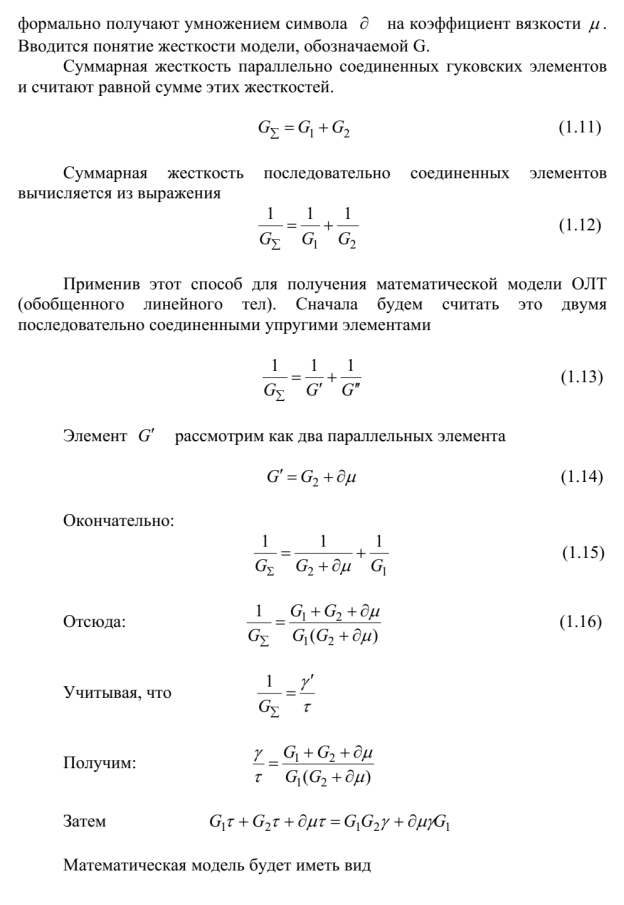


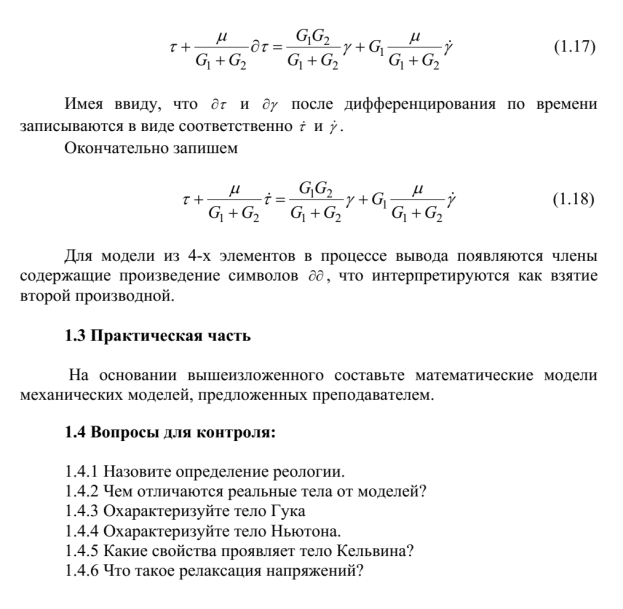
**дисперсных систем**











**Изучение работы ротационного вискозиметра**

**Цель работы**

Ознакомление с ротационными вискозиметрами для определения вязкости жидкостей.

Выявление закономерностей изменения вязкости жидкостей от тем­пературы.

**Теоретические сведения**

Ротационные вискозиметры в отличие от капиллярных применяются для определения вязкости широкого спектра материалов, они могут быть жидкими (различные жидкости), пластичными, твердыми. Семейство ротационных вискозиметров включает в себя системы с соосными цилиндрами, конусами, сферами и некоторыми другими поверхностями вращения. Принцип измерения заключается в опре­делении крутящего момента, необходимого для преодоления сопротивления материала, который вызывает касательное напряжение между слоями материа­ла, и угловой скорости вращающейся поверхности, с помощью которой опреде­ляют скорость сдвиговой деформации. Меняя частоту вращения, можно полу­чить достаточное количество экспериментальных точек для построения сдвиго­вой характеристики материала. В связи с этим ротационные вискозиметры могут отличаться друг от друга также устройствами для измерения крутящего момента.

Для определения вязкости может применяться следующий метод: внут­ренний цилиндр свободно плавает в испытуемой жидкости, крутящий момент передается этому цилиндру с помощью магнитного поля или через промежу­точную жидкость и по его угловой скорости можно оценивать вязкость.

При применении ротационного вискозиметра для определения реологи­ческих параметров пищевых масс с высокой вязкостью возникают некоторые трудности. Например, при использовании прибора типа цилиндр-цилиндр, на котором исследуемую массу помещают в узком зазоре между наружным и внутренним цилиндрами. Возникают две противоположные задачи: для удоб­ного, равномерного заполнения довольно густой исследуемой массой зазор должен быть достаточно большим, в то же время зазор должен быть минималь­ным для обеспечения одинаковой скорости сдвиговой деформации во всех точ­ках. Это условие достигается только при небольшом отношении его толщины к диаметру цилиндров, и оно необходимо для применения простого метода рас­чета по экспериментальным данным реологических характеристик исследуемой массы.

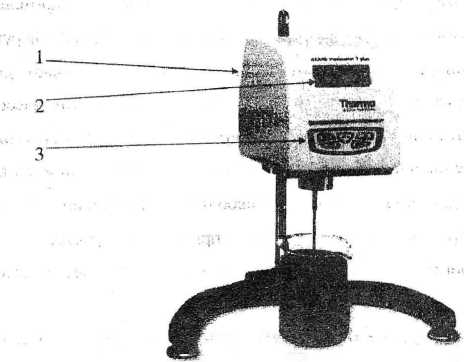
Данные ротационной вискозиметрии используются для определения оптимальной продолжительности перемешива­ния масс.

**Описание лабораторной установки**

В рамках лабораторной работы применяется ротационный вискозиметр фирмы Нааке модель VT7 R plus, Германия.

Вискозиметр (рисунок 1) работает по тому же принципу, что и другие ротационные вискозиметры. Цилиндр или диск погружается в измеряемое веще­ство и измеряется сила, необходимая для преодоления вязкого трения, возни­кающего при вращении. Ось мотора соединена пружиной с вращающимся ци­линдром (или диском/ротором) и вращается с определенной скоростью. Угол отклонения ротора относительно измеряющей пружины измеряется с помощью электроники и в результате определяется величина крутящего момента.

Измеренный вискозиметром крутящий момент пересчитывается с учетом скорости и геометрии ротора и в результате выдается величина вязкости в мПа-с.



1 - главный выключатель сети (на задней панели); 2 - жидкокристаллический дисплей; 3 - панель управления.

Рисунок 1 - Ротационный вискозиметр фирмы Нааке модель VT7 R plus

В комплекте с оборудованием имеется набор разных типов роторов для применения в зависимости от условия задачи. Вискозиметр обладает доста­точно широким диапазоном скоростей, что делает его эффективным прибором для измерения вязкости. В зависимости от вязкости изменяется сопротивление движению пропорционально скорости и размеру ротора. Вискозиметр калиброван таким образом, что с учетом выбранной скорости и типа ротора результат выда­ется в мПа-с. Разные комбинации типов роторов и скоростей позволяют получать оптимальные показания во всем широком диапазоне измерений прибора.

При определении реологических свойств того иди иного материала диапа­зон измерений можно поменять просто использованием другой скорости, смена ротора не всегда необходима.

**Порядок работы с прибором**

Включите прибор, кнопка включения сети находится сзади, ее следует на­жимать только после подключения прибора к сети, В течение двух секунд на дис­плее прибора будет отображаться надпись:

THERMOELECTRON VT7-R PLUS v4.5 : English

Для изменения языка диалога или единиц измерения следует нажать на кла­вишу «START» (Это необходимо сделать в течение двух секунд), затем «EN­TER» Для изменения языка диалога следует нажимать на клавиши «UР» и «DOWN». Выбор нужного языка подтверждается клавишей «ENTER». Возмож­на установка следующих языков: Английский, Испанский, Французский, Немец­кий, Итальянский, Японский, Каталонский, Португальский.

После ввода языка диалога, при помощи аналогичной процедуры, устанав­ливаются единицы измерения (viscosity units): мПа-с (по системе Си — SI) или сП (по системе CGS). Выбор нужной опции подтверждается клавишей «ENTER». Далее выбирают систему измерения для напряжения сдвига (Н/м2 или dyne/cm2), температуры (по Цельсию или Фаренгейту), режим работы с компь­ютером или с принтером. Заканчивают вводом дня недели, даты и времени.

Установленные параметры будут в дальнейшем использоваться по умолчанию.

Если не нажата кнопка «START» в течение 2 с после включения прибора, на дисплее появляется сообщение

SELFTESTING?

START-YES STOP-NO

(провести самопроверку? кнопка старт - провести, кнопка стоп - нет).

При нажатии кнопки «START» запускается самопроверка прибора, при нажатии кнопки «STOP» прибор останавливается и дает возможность ввести параметры.

Первый параметр – это ротор (SP), значок которого изображается в верх­нем правом углу дисплея, при установке параметра этот значок будет мигать. При нажатии кнопок «НР» и «DOWN» номера роторов появляются па дисплее, маркировка роторов показана на рисунке 2. Нажатием кнопки ввода «ENTER» подтверждается выбор номера ротора, изображенного на дисплее, и система переходит в режим ввода частоты вращения ротора.

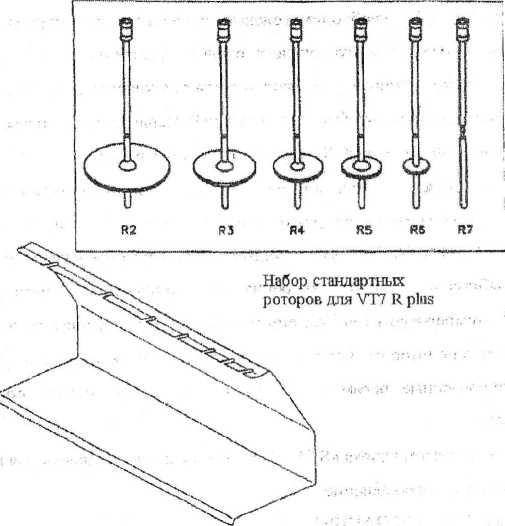


Рисунок 2 - Стандартные роторы с подставкой

Второй параметр – это скорость, которая изображается в левом верхнем углу дисплея. Процедура установки скорости такая же, как и для выбора типа ротора.

При самопроверке следует снять ротор с вискозиметра, в противном слу­чае на дисплее появится сообщение REMOVE SPINDLE AND PRESS START (снимите ротор и нажмите кнопку «START»).

После нажатия кнопки старт начнется самопроверка, сразу появляется следующее сообщение AUTOTESTING SPEED: l0 rpm

(самопроверка, скорость 10 об/мин).

Скорость увеличится до 200 об/мин в процессе самопроверки. Если при­бор работает безупречно, то на дисплее появится сообщение:

AUTO TEST OK

Далее на дисплее появляется сообщение PUT CORRECT SPINDLE АND PRESS START (установите правильный ротор и нажмите кнопку «START»).

После установки выбранного ротора прибор запускается нажатием кнопки «START». При установке ротора необходимо соблюдать некоторые технические требования по эксплуатации прибора:

- если выбранный ротор имеет колоколообразную форму, он должен быть наклонно погружен в жидкость во избежание образования воздушных пу­зырьков под его нижней поверхностью. Для установки нужно слегка приподнять ось, крепко держа ее одной рукой, а другой закручивать ротор. Процедуры вы­полнять очень аккуратно для предотвращения искривления оси ротора.

- ротор - это ответственная деталь с внутренней резьбой, он должен быть гладким, и чистым. Его погружают в материал до определенного уровня, он про­маркирован на каждом роторе (рисунок 2.3). Ось прибора не должна ударяться о края сосуда во время установки ротора, в противном случае может быть нарушена вертикальность ротора.

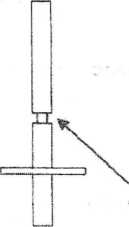


Рисунок 3 - Метка на роторе

После запуска через некоторое время (в зависимости от выбранной скорости) достигается стабильность показаний вискозиметра, они мо­гут рассматриваться как правильные. При этом прибор В этом случае нужно остановить прибор нажатием кнопки «STOP», на дисплее высветится последнее измеренное значе­ние. Остановка происходит плавно для предотвращения поломок наиболее хруп­ких частей прибора от ненужных ударных нагрузок, при повторном нажатии кнопки «START» вискозиметр восстановит стабильные показания. Кнопка «START» служит также для переключения индикации на дисплее прибора (температура – номер ротора).

Если на дисплее появляется сообщение Error (ошибка), и звучит преду­предительный сигнал, это означает, что превышен максимум (в %) диапазона измерений. В этом случае следует или уменьшить скорость или выбрать другой ротор, с большим номером.

Вязкость материала меняется с изменением температуры, если показания вязкости не стабилизируются, значит либо измеряемое вещество обладает тиксотропией, либо температура непостоянна. В последнем случае следует привести ротор к той же температуре, что и температура материала, чтобы получить, ста­бильные показания.

Вязкость материалов, которые не являются ни ньютоновыми, ни тиксотропными, зависит от градиента скорости. Следовательно, измерения вязкости всегда должны проводиться с одним и тем же ротором и на одной и той же скорости.

Порядок выполнения работы

Заполнить рабочую емкость исследуемым материалом.

Погружать ротор в исследуемый материал.

Довести температуры исследуемого материала до некоторых значений.

Измерить вязкость материала при разных значениях температуры, результаты занести в таблицу 1.

Построить график и выявить функциональную зависимость вязкости материала от температуры (в среде Microsoft Excel);

Таблица 1 - Результаты эксперимента

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал |  | | | | | |
| Температура, t, °С |  |  |  |  |  |  |
| Измеренная вязкость, мПа-с |  |  |  |  |  |  |

**Вопросы для контроля**

1. Приведите примеры способов определения вязкости в ротационных вискозиметрах.
2. Для исследования каких веществ используются ротационные вискозиметры.
3. В каком случае и почему не представляется возможным использова­ние ротационных вискозиметров.
4. Назовите основные элементы ротационного вискозиметра Нааке, мо­дель VT7 R plus.
5. Опишите работу ротационного вискозиметра Нааке модель VT7 R plus.

# Методические указания по самостоятельной работе

**Целью самостоятельной работы студентов** (СРС) является освоение фундаментальных знаний, развитие ответственности и организованности, умений самостоятельно работать с учебным материалом и приобретение навыков поиска и реферирования доступной научной информации в предметной области изучаемой дисциплины.

Основной формой СРС является работа с лекционным материалом: проработка и повторение конспекта лекций, работа на чистых страницах конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованного списка литературы. Приветствуется инициатива студентов к поиску новой информации по изучаемой дисциплине, не освещенная или представленная кратко в лекционном курсе.

При самостоятельной работе особое внимание следует уделить следующим темам: реологические модели сложных тел, использование структурно-механических свойств сырья для управления процессами его переработки, приборы для измерения различных реологических свойств сырья, связь органолептических свойств сырья с реологическими.

При самостоятельной подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с теоретическим материалом по теме работы, выяснить основные формулы и зависимости, законы и закономерности. Уяснить для себя порядок действий при решении задач или выполнением практических действий с оборудованием.

# Методические указания к выполнению расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание является одной из форм контроля самостоятельной работы студента. В результате выполнения расчетно-графического задания студенты должны закрепить знания, связанные с расчетами физико-механических свойств пищевых продуктов.

Тема РГЗ выдается преподавателем, согласно номеру студента в списке группы. Расчетно-графическое задание включает три задачи разной направленности – расчет продуктопровода, определение объемного расхода заданной жидкости в трубопроводе и математическое моделирование тела по феноменологическим моделям.

Решение осуществляют, опираясь на следующие рекомендации:

**Задача 1.** Рассчитать трубопровод для транспортировки фарша определенной рецептуры. Задана производительность измельчителя *Мсм* (масса мяса за одну загрузку в измельчитель – *m*, количество загрузок – *к*), время перекачки - *tпер*, длина трубопровода – *l.* (исходные данные по вариантам представлены в ФОС).

Под расчетом трубопровода понимают определение диаметра трубопровода *d* (или среднеобъемную скорость продукта), определение потерь давления при транспортировке продукта - p, расчет мощности N, сообщаемой продукту, и мощности насоса Nэд, используемого для нагнетания продукта в трубопровод.

Порядок расчета.

1. Определяем производительность измельчителя:



2. Определяем эффективное время работы в смену



3.Производительность трубопровода в смену



4. Задаемся скоростью движения продукта по трубопроводу υ0. Оптимальное значение – 0,2...0,5 м/с.

5. Определяем плотность продукта

=1037-[(290+10,5(W/(1-W)]+22lg

где φ – жирность продукта, кг жира на 1 кг продукта (табличные данные)

U – влагосодержание продукта, кг влаги на 1 кг сухого остатка (табличные данные)

W – влажность продукта, кг на 1 кг.

Pт – давление в трубопроводе, равное половине давления на выходе из насоса, Па. При первой итерации расчета принимают Pт0=1 Па, потом корректируют Pтn=p/2.

6. Определяют секундный расход трубопровода, м3/с



7. Определяют расчетный диаметр трубопровода



8. Выбираем диаметр трубы d по ГОСТ и пересчитываем скорость



9. Определяем первую консистентную переменную («градиент скорости»)



10. Определяем вторую консистентную переменную («напряжение сдвига»)



где А1 – напряжение сдвига при единичном значении градиента скорости (табличные данные)

n – индекс течения (табличные данные)

11. Определяем потери давления



12. Проверяем выполнение условия



При невыполнении условия корректируем Рт=р/2 и пересчитываем, начиная с п.5.

13. Выбираем насос и проверяем потери давления на попадание в оптимальную область работы выбранного насоса.

Оптимально попадание в зону (3…10)\*105 Па, в зависимости от типа насоса.

Если не попали в оптимальную область, изменяем диаметр трубопровода (по ГОСТ) и снова пересчитываем, начиная с п.5.

14. Рассчитываем полезную мощность, кВт



15. Уточняем насос с учетом обеспечения требуемой подачи и оптимального давления, требуемого для компенсации потерь давления в трубопроводе.

16. Определяем требуемую мощность электродвигателя



где А – коэффициент запаса мощности. Если *l*<5м, то А=2, в противном случае А=1,5

η – КПД, передач и насоса. КПД насоса выбирается по справочным таблицам. КПД передач рассчитывается как произведение КПД всех передач привода.

17. Подбираем электродвигатель по каталогу с округлением мощности в сторону увеличения.

**Задача 2.** В результате вискозиметрирования вещества получена таблица значений напряжений *τ*, Па и скоростей сдвига , с–1. Необходимо определить коэффициент консистенции *μ*, Па·с, индекс течения *n*. Определить объемный расход *Q*,м3/с этого вещества при ламинарном течении в трубе радиусом R*,* длиной *l,* при перепаде давлений *Δp*. Исходные данные по вариантам представлены в ФОС.

Примерная методика решения:

Дано:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| τ, Па | 4 | 17 | 22 | 34 | 41,5 | 50 | 53,5 | 62 | 70 |
| , с–1 | 20 | 30 | 65 | 115 | 90 | 140 | 125 | 182 | 180 |

R = 0.04; м l = 200 м; Δp=300000 Па

Решение:

1. Заносим исходные данные в табличный процессор Excel.
2. Выбираем «Вставка» - «Диаграмма» - «Точечная»
3. На полученном графике выбираем «Добавить линию тренда», указав при этом «показать уравнение на диаграмме» и «показать значение R^2».
4. Рекомендуется для наглядности продлить линию тренда (средствами Excel) до пересечения с осями.
5. Наиболее подходящей линией тренда будет та, у которой значений R^2 максимальное. При этом надо учитывать и физическую сущность процесса. Рекомендуется анализировать линейную (вязко-пластичное тело) и степенную (неньютоновская жидкость) зависимости.

6. Анализируя полученные результаты, видим, что более подходящей является модель вязкопластичной жидкости (тело Шведова-Бингама).



8. Воспользуемся общей формулой для расчета объемного расхода при течении неньютоновской жидкости в трубе:

*Q* = ,

или

*Q* =  = .

*Q* =  м3/с

**Задача 3.** Составить математическую модель тела, согласно предложенному варианту механической модели. Определить величину релаксации напряжений τ, приняв значения коэффициента консистенции μ1 из предыдущей задачи (если присутствует), коэффициента консистенции μ2=2\*μ1 (если присутствует), значение жесткости (модуль сдвига) G1=0.8\*μ1\*10-3, G2=1,2\*μ1\*10-3 (если присутствует). Время релаксации *t*. Величина начального напряжения τ0=3μ1\*102. Величина предела текучести =0,5μ1\*102 (если присутствует).

Методика решения предложена в источнике:

**Исследование физико-механических свойств пищевых продуктов** [Текст] : метод. указания по курсу физико-мех. свойства пищевых продуктов / В. П. Ханин [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. машин и аппаратов хим. и пищевых пр-в. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. - 30 с. - Adobe Acrobat Reader 5.0 – Режим доступа: <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/653_20110711.pdf>

Оформление РГЗ необходимо осуществлять согласно требованиям СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие».

Процедура защиты РГЗ проходит в форме собеседования. Собеседование – устная форма ответов студента на вопросы, задаваемые педагогическим работником по теме РГЗ. Во время собеседования студент должен продемонстрировать основные результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций уровня «владеть».

# Методические указания по промежуточной аттестации по дисциплине

При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и основные разделы из рекомендованной литературы, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и в процессе работы на практических занятиях. Рекомендуется составить краткие письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен, либо составить план ответа по предлагаемым вопросам из ФОС.