

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Дата подписания: 19.09.2023 10:49:51

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

### **Методические указания**

по выполнению практических работ

по дисциплине «ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

для студентов направления подготовки

19.03.04 Технология продукции и организация

общественного питания

Направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

## Содержание

Введение	2
Указания по технике безопасности	3
Практическая работа №1. Разработка производственной рецептуры мучного кондитерского изделия	4
Практическая работа №2. Расчет технологических потерь.	7
Практическая работа №3. Разработка технико-технологической карты и технологической схемы на производство новой продукции (блюд, изделий).	10
Практическая работа №4. Расчет химического состава и энергетической ценности новых изделий	12
Практическая работа №5. Установление перечня нормативных показателей качества и безопасности новой пищевой продукции	13
Практическая работа №6. Унификация рецептур новой продукции	17
Практическая работа №7. Классификация методов анализа, используемых в исследованиях, их характеристика. Методы математической статистики, корреляционный анализ, уравнение регрессии	21
Практическая работа №8. Расчет стоимости нового пищевого продукта. Расчет экономической эффективности научной разработки.	39
Рекомендуемая литература	44
Приложения	45

### Введение

Методические указания предназначены для обучающихся очной формы обучения направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания. В методических указаниях содержатся рекомендации по проведению практических занятий, контрольные вопросы и задания.

Целями освоения дисциплины «Основы проектной деятельности» являются повышение квалификации в области химического анализа и овладение современными инструментальными методами, которые наиболее широко используются в современной аналитической практике.

Задачами освоения дисциплины «Основы проектной деятельности» является формирование знаний, умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

- инструментальные и органолептические методы исследования пищевых продуктов;
- классификация методов исследования пищевого сырья и продуктов его переработки: химические, физико-химические и биохимические методы.

Практическая работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованной учебной лаборатории. Продолжительность – 1,5 астрономических часа. Необходимыми структурными элементами практической работы, помимо самостоятельной деятельности обучающихся, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения практической работы.

Формы организации обучающихся на практических работах: групповая и индивидуальная.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2-3 человека.

При индивидуальной форме организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для подготовки к проведению практических работ рекомендуется использовать

каталоги, альбомы, наглядные пособия, компьютерные презентации MS Power Point, позволяющие моделировать или визуализировать материал, который затруднительно или невозможно воспроизвести в учебной лаборатории или классе.

Выполнению практических работ предшествует проверка знаний обучающихся, их теоретической готовности к выполнению задания, которую целесообразно сопровождать демонстрацией информационных модулей, относящихся к соответствующему разделу дисциплины.

На первой практической работе следует сообщить обучающимся перечень практических работ, цели и задачи, стоящие перед ними в процессе выполнения практических работ, перечень используемого на практических работах программного обеспечения.

При выполнении практических работ обучающиеся должны оформлять отчеты о проделанной работе, что учитывается при их аттестации. Практическая работа считается полностью выполненной после приема отчета преподавателем.

Отчет выполняется в отдельной папке для практических работ. В отчете указываются дата, номер работы, цель работы, ход работы и ее результаты. В отчет также вносят рисунки, графики, схемы в соответствии с принятыми в научно-технической документации обозначениями. Без оформления результатов практической работы и сдачи отчета обучающийся не допускается к выполнению следующей работы.

*Содержание отчета:* титульный лист практической работы должен быть оформлен согласно требованиям приложения 1.

Текст практической работы следует выполнять с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги формата А4, шрифт – Times New Roman 14-го размера, межстрочный интервал – 1,5.

Перед выполнением работы обучающийся должен внимательно ознакомиться с правилами и техникой безопасности эксплуатации оборудования и приборов.

#### **Указания по технике безопасности**

Перед началом выполнения работ обучающиеся обязаны пройти инструктаж по правилам безопасной работы в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описанием оборудования и краткой инструкцией по технике безопасности; противопожарными средствами и правилами их применения.

Обучающиеся допускаются к работам на оборудовании и к практическим работам только под надзором преподавателя после изучения безопасных приемов работ и проверки знаний правил техники безопасности. Необходимо работать на том рабочем, которое закреплено за обучающимся, и выполнять те работы, которые поручены преподавателем.

Во время работы нельзя отвлекаться. Строго соблюдать правила внутреннего распорядка. Не работать на технически неисправном оборудовании.

Каждый обучающийся обязан:

- пользоваться спецодеждой и индивидуальными средствами защиты;
- содержать в чистоте свое рабочее место;
- соблюдать требования инструкций по технике безопасности;
- соблюдать правила личной гигиены;

На рабочих местах запрещено: работать обучающимся, не прошедшим инструктаж. Перед началом работы в химической лаборатории следует знать, что все химические вещества в той или иной степени ядовиты. Результатом воздействия вредных веществ на организм человека могут быть острые или хронические отравления. Острые отравления являются следстви-

ем аварийных ситуаций, разливом вредных веществ или грубых нарушений техники безопасности.

Во избежание хронических отравлений работы с газообразными, летучими, жидкими и вредными веществами разрешается проводить только в вытяжном шкафу.

Проникновение ядов (анилина, бензола, диоксина, дихлорэтана и др.) в организм человека через кожу можно предотвратить или уменьшить путем соблюдения личной гигиены или применением спецодежды. Каждый обучающийся при работе с вредными веществами должен пользоваться очками или маской для защиты глаз и лица, резиновыми перчатками и респираторами для работы с пылящими веществами, а в некоторых случаях пользоваться прорезиненным фартуком. Особую осторожность необходимо соблюдать при работе с окислителями (перманганатом, бихроматом, хлоратом, йодатом калия и натрия, хлорной, азотной, серной кислотами, бромной водой и др.) т.к. при попадании на органические вещества и различные горючие материалы они вызывают воспламенения и взрыв.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **Тема: Разработка производственной рецептуры мучного кондитерского изделия**

**Цель работы:** Решение индивидуальных задач по теме разработки нормативного документа. Освоение методики разработки производственной рецептуры мучного кондитерского изделия.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – М.: Экономика, 1981.

**Материальное обеспечение:** компьютеры

### **1 Теоретическая часть**

*Методика расчета рецептуры кондитерского теста (на примере сахарного печенья «Лимонное»)*

При расчете рецептур на новые фирменные торты (пирожные) рассчитывают влажность по формуле:

$$W_r = \frac{W_1 \ddot{I}_1 + W_2 \ddot{I}_2 + \dots + W_n \ddot{I}_n}{100} \quad (1),$$

где:  $W_r$  – влажность торта, %;

$W_1, W_2, W_n$  – влажность полуфабрикатов, входящих в состав торта, % (устанавливается экспериментально);

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_n$  – соотношение полуфабрикатов, входящих в состав торта, %.

Расход сырья всех видов на отдельные полуфабрикаты, входящие в состав торта (пирожного) с учетом потерь на их приготовление в сухих веществах рассчитывают по формуле:

$$C^n = \frac{H^n \cdot C}{100}, \% \quad (2),$$

где:  $C^n$  – расход отдельного вида сырья в сухих веществах, г;

$H^n$  – масса сырья в натуре, г;

$C$  – содержание сухих веществ, %.

Расход всех видов сырья (в сухих веществах ( $C^n$ ), включенных в торт (пирожное), определяют по формуле:

$$C_n^n = C_1^n + C_2^n + C_3^n + \dots C_n^n$$

(3),

где  $C_1^n + C_2^n + C_3^n + \dots C_n^n$  – масса сырья в сухих веществах, отдельных компонентов торта, г.

Полученные данные числа с поправкой до 2-го разряда, последняя сохраняемая цифра (цифра 2-го разряда) меняется, если цифра, следующая за ней равна 5 или больше 5.

Таблица 1 – Образцы округления чисел – результатов эксперимента

Данное число	Разряд округления	Данное число после округления
38,1	до 1	38,0
6,9	до 1	7,0
47,84	до 0,1	47,8
38,45	до 0,1	38,5
32,87	до 0,1	32,9

*Алгоритм расчета рецептуры:*

1. Перечень компонентов сырья и готовых полуфабрикатов заносим в графу 1 таблицы

2.

2. Содержание сухих веществ в компонентах и изделиях принимают по данным лабораторного анализа или из технических условий (ТУ) расчетное содержание сухих веществ в кондитерском сырье приведено в справочнике кондитера часть 1, таблица 292, с. 645 (издательство Пищевая промышленность, 1966 г.). долю сухих веществ в сырье и готовых полуфабрикатов проставляем в графе 2

Таблица 2 – Пример расчета рецептуры печенья

Наименование сырья	Доля сухих веществ	Расход на загрузку, кг		Расход на 1000 кг готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	нетто .г	брутто, г
				в натуре	в сухих веществах
Мука в/с	0,855	00,00	85,50	685,79	563,26
Крахмал	0,870	7,40	6,44	46,75	42,41
Сахарная пудра	0,9985	32,50	32,45	214,11	213,79
Инвертный сироп	0,700	2,50	1,75	16,47	11,53
Маргарин	0,840	20,00	16,80	131,76	110,68
Молоко цельное	0,120	3,50	0,42	23,08	2,77
Меланж	0,270	9,00	2,43	59,26	16,00
Ванильная пудра	0,9985	0,30	0,30	1,97	1,97
Аммоний	0,00	0,10	-	0,66	-
Эссенция лимонная	0,00	0,50	-	3,29	-
Соль поваренная	0,965	0,74	0,71	4,87	4,70
Сода пищевая	0,500	0,74	0,37	4,87	2,43
Итого	-	177,28	147,17	1167,88	969,54
Относительный выход	-	-	-	-	0,985
выход	0,955*			1000,00	955,00

\* – содержание сухих веществ 4,5 %

3. Относительный выход вычисляется по нормам потерь сырья и компонентов, приведенным в *приложении 6*. Так, например, если норма потерь для сахарного печенья по таблице составляет 1,5 %, то относительный выход  $B = 1 - 0,015 = 0,985$ .

Так как нормы потерь даются с точностью до 10-х долей %, то относительный выход вычисляется до тысячной доли. Относительный выход 0,985 проставляем в соответствующей строке графы 6.

4. Долю сухих веществ готового изделия  $0,955 = 1 - 0,045$  проставляем в строке «выход» в графе 2.

5. Определение расхода всех компонентов сырья в сухих веществах производится построчным умножением граф 2 и 3. Полученные результаты заносятся в соответствующие строки графы 4. Сумма графы 4 составляет 147,17 кг.

6. Затем в графу 5 в строке «Выход» записывается количество печенья, на которое ведется расчет, т.е. 1000,0 кг.

7. Умножаем 1000,0 кг на долю сухих веществ в готовом печенье; т.е. на 0,955 и получаем массу сухих веществ. Записываем ее в этой строке в графе 6.

8. Разделив сухие вещества на относительный выход 0,985, получаем сумму сухих веществ в сырье – 969,54 кг и записываем ее в строке «Итого» в графе 6.

9. Для расчета всех компонентов сырья в сухих веществах предварительно определяем коэффициент пересчета  $K'_{\circ} = \frac{969,54}{147,17} = 6,58783$ .

10. Расход каждого компонента в сухих веществах рассчитываем построчным умножением цифр графы 4 на  $K'_{\circ}$  с точностью до 0,01 кг.

Например, для муки:

$$85,5 * 6,58783 = 563,26 \text{ кг.}$$

Для крахмала:

$$6,44 * 6,58783 = 42,41 \text{ кг.}$$

Подобным образом рассчитываются значения расхода сухого вещества для всех компонентов; данные записываются в графу 6.

11. Правильность расчета проверяется сопоставлением суммы всех полученных значений с ранее полученным итогом затрат – 969,5 кг.

12. Расход всех компонентов сырья в натуре на 1 т готовой продукции определяем построчным делением значений графы 6 на долю сухого вещества из графы 2.

$$\text{Для муки} - 563,26 : 0,855 = 658,79 \text{ кг}$$

$$\text{Для крахмала} - 42,41 : 0,87 = 48,75 \text{ кг}$$

13. Эти же результаты получим, если воспользуемся коэффициентом пересчета  $K'_{\circ}$ . Для муки –  $100 * 6,58783 = 658,78$  кг. Так рассчитывают то сырье, в котором нет доли сухих веществ, например аммоний:  $0,1 * 6,58783 = 0,66$  кг

$$\text{Эссенция лимонная: } 0,5 * 6,58783 = 3,29 \text{ кг}$$

14. Сумма масс сырья в натуре на 1 т готовой продукции составляет 1167,88 кг; она проставляется в строке «Итого» графы 6.

Этой записью завершается расчет рецептуры, и она приобретает окончательный вид.

Описанный способ расчета рецептур называется «от сухого вещества к натуре».

### **Практическое задание:**

1. Составить индивидуальный перечень технологических (производственных) потерь, которые могут быть при производстве нового мучного кондитерского изделия.

2. Рассчитать рецептуру мучного кондитерского изделия (по заданию преподавателя).

### **Контрольные вопросы:**

1. Методика расчета рецептуры кондитерского теста.

2. Алгоритм расчета рецептуры.

### 3. Способ расчета рецептур кондитерского теста «от сухого вещества к натуре».

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

### Тема: Расчет технологических потерь

**Цель:** Освоить методику разработки технико-технологических карт и составления технологической схемы производства новой продукции.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания – М. Экономика, 1986.

**Материальное обеспечение:** компьютеры

#### 1 Теоретическая часть

При разработке рецептур уточняются или вновь определяются нормы вложения сырья или полуфабриката массой нетто, нормы жидкости с учетом потерь на выкипание, нормы производственных потерь (при измельчении, порционировании, хранении, охлаждении и др.), нормы потерь при тепловой обработке сырья или полуфабрикатов,

На основе уточненной массы нетто проводят расчет необходимого количества сырья массой брутто по следующей формуле:

$$M_{\text{б}} = [M_{\text{н}} : (100 - O)] \cdot 100 \quad (1),$$

где:  $M_{\text{б}}$  – масса сырья, брутто, кг;

$M_{\text{н}}$  – масса сырья, нетто, кг;

$O$  – отходы при кулинарной механической обработке сырья, %.

Производственные потери при изготовлении пищевого продукта (изделия) определяют по формулам:

$$П = M_{\text{н}} - M_{\text{н/ф}} \quad (2),$$

$$П = \frac{M_{\text{н}} - M_{\text{н/ф}}}{M_{\text{н}}} \times 100 \quad (3),$$

где  $П$  – производственные потери, кг (2), % (3);

$M_{\text{н}}$  – суммарная масса сырья (нетто), входящего в состав полуфабриката, кг;

$M_{\text{н/ф}}$  – масса полученного полуфабриката.

Полученные при отработке данные сравнивают с расчетными в рецептуре. При необходимости проводят уточнение норм расхода сырья в проекте рецептуры.

Количество жидкости определяют с учетом потерь на выкипание. Как правило, на выкипание предусматривают 5% от взятого по рецептуре количества жидкости. Эта цифра может изменяться в зависимости от используемой посуды, соотношения сырья и жидкости и т.п.

Потери при тепловой обработке блюда (изделия) рассчитывают в процентах к массе полуфабриката по следующей формуле:

$$П_{\text{т}} = \frac{M_{\text{н/ф}} - M_{\text{з}}}{M_{\text{н/ф}}} \times 100 \quad (4),$$

где  $П_{\text{т}}$  – потери при тепловой обработке с учетом потерь при остывании блюда (изделия), %;

$M_{п/ф}$  – масса полуфабриката, подготовленного к тепловой обработке, кг;

$M_{г}$  – масса готового блюда (изделия) после тепловой обработки, кг.

*Примечание.* Готовое блюдо (изделие) взвешивают после остывания; при температуре 40°С – блюда (изделия), отпускаемые в горячем виде (супы, вторые блюда и т.п.); при температуре 14°С – блюда (изделия), отпускаемые в холодном виде (закуски, холодные блюда, сладкие блюда и т.п.).

Потери при порционировании рассчитывают к массе готового блюда (изделия) по формуле:

$$P_n = \frac{M_z - M_{п/ф}}{M_z} \times 100 \quad (5),$$

где  $P_n$  – потери при порционировании, %;

$M_{п/ф}$  – масса полуфабриката, подготовленного к тепловой обработке, кг;

$M_{г}$  – масса готового блюда (изделия) после тепловой обработки, кг.

Охлаждение продукции проводится до температуры 40° С. При проведении процесса охлаждения определяются:

- начальная температура продукции с помощью термометра;
- температура продукции после окончания охлаждения;
- продолжительность охлаждения изделий в варочных емкостях до достижения температуры в центре изделия 40°С.

Процент потерь рассчитывают по формуле:

$$P_o = [ (M_{гор} - M_{охл}) : M_{гор} ] * 100 \quad (6),$$

где:  $M_{гор}$  – масса горячего готового изделия (блюда) после порционирования, кг;

$M_{охл}$  – масса охлажденного готового изделия (блюда), кг.

На отработанную рецептуру изделия оформляют дегустационный лист, составляют технико-технологическую карту, схему отработки рецептуры.

Нормы потерь массы при механической и тепловой кулинарной обработке представлены в приложениях *Сборников рецептур блюд и кулинарных изделий*.

Нормы закладки ванилина, лимонной кислоты, перца, лаврового листа, сыра, меда, орехов, икры и других дорогостоящих продуктов указывают с точностью до одного или двух знаков после запятой.

Израсходованное на приготовление изделий сырье (продукты) списывают в установленном порядке. Списанию подлежит сырье (продукты), израсходованное при отработке рецептуры на небольших партиях, а также та часть продукции, которая была использована для определения показателей качества при апробировании рецептуры на укрупненных партиях.

## **2 Методика расчета упека, припека, усушки хлеба и выхода готовых хлебобулочных изделий**

### **2.1 Упек хлеба**

К концу выпечки масса готового изделия уменьшается по сравнению с исходной массой тестовой заготовки на величину потерь в основном за счет влаги (упек).

Количественно упек выражают, как разность между массой теста и горячим хлебом в процентах к массе теста. Подавляющая доля этих потерь приходится на влагу (около 95%), а остальная часть – на спирт, углекислый газ, летучие кислоты, альдегиды и др. (+6,5-8%).

Величина упека колеблется от 6 до 14 % и зависит от многочисленных факторов:

- конструктивных особенностей печи;
- массы изделий;
- способа выпечки;
- формы и массы тестовой заготовки.

Расчет проводят по формуле:

$$M_{yn} = \frac{M_m - M_{г.х.} \cdot 100}{M_m} \quad (7)$$

где  $M_t$  – масса тестовой заготовки горячего хлеба, кг;  
 $M_{г.х.}$  – масса горячего хлеба, кг.

## 2.2 Припек

Масса готового изделия всегда больше массы использованной для изготовления изделия муки.

Отношение разности массы выпеченного изделия и взятой при его замесе муки к массе муки называют упеком ( $M_{пр}$ ). Выражают его в %:

$$M_{пр} = \frac{M_{г.х.} - M_m \cdot 100}{M_m} \quad (8)$$

где  $M_{г.х.}$  – масса выпеченного изделия, кг.  
 $M_m$  – масса муки взятой для замеса теста, кг.

Припек того или иного теста тем выше, чем больше и чем ниже упек. Мука, имеющая высококачественную клейковину, при замесе теста поглощает больше влаги, чем мука со слабой клейковиной, это также увеличивает припек изделий.

Пример расчета припека в изделиях. Рассчитать, какой припек получится при изготовлении 100 шт булочек 5 кг. Тогда:

$$M_{пр} = \frac{5 - 4}{4} \cdot 100 = 25\%$$

## 2.3 Усушка хлеба

В процессе остывания происходит перераспределение влаги между разными частями изделия. Часть влаги теряется в окружающую среду, влажность корки стабилизируется на уровне равновесной, влажность слоев, лежащих под коркой и расположенных в центре изделия, выравнивается. В итоге влагообмена внутри изделия и с внешней середой масса изделия уменьшается на 2-4 % от массы горячего хлеба. Этот вид потерь называется усушкой.

Усушка – уменьшение массы хлеба в процессе хранения за счет испарения влаги с поверхности корки в окружающую среду. Для определения усушки ( $M_{ус}$ ) за определенный период времени (г. или кг) из массы горячего хлеба следует вычесть массу хлеба ( $M_{г.х.}$ ), вычесть массу хлеба после хранения ( $M_x$ ). Усушка выражается в %, которые показывают на какую часть уменьшалась масса при хранении горячего хлеба:

$$M_{ус} = \frac{M_{г.х.} - M_x}{M_{г.х.}} \cdot 100\% \quad (9)$$

$$M_{г.х.} = \frac{M_x \cdot 100}{100 - M_{ус}} \% \quad (10)$$

Чем меньше масса изделия, тем больше его упек, так как упек происходит за счет обезвоживания корок, а удельное содержание корок у мелкоштучных изделий выше, чем у крупных. Так, у булки круглой формы массой 0,5 кг. доля корок составляет 40%, а упек 11,9 %. Круглая булка массой 0,5 кг содержит 22,5% корок, а упек 7,8 %. Из этой формулы находим массу тестовой заготовки в, кг

$$M_m = \frac{M_{г.х.} \cdot 100}{100 - M_{пр}} \quad (11)$$

Массу тестовой заготовки с учетом значений упека, усушки и массы изделия определяем по формуле:

$$Mm = \frac{M_x \cdot 10000}{(100 - M_{yn}) \cdot (100 - M_{yc})} \quad (12)$$

Если на производстве изменяются величины упека или усушки, то необходимо соответственно изменить массу кусков теста на выходе из делителя. В процессе работы массу кусков теста систематически проверяют (через 1 час или чаще), взвешивая на циферблатных весах отдельно куски теста из каждого мерного кармана делителя.

Пример расчета упека в изделиях: определить потери в массе (в кг) и упек в % к массе теста при выпечке 100 шт булочек массой по 50 г.

На 100 шт. булочек расходуется 5,8 кг теста. Масса выпеченных изделий 5 кг следовательно потери, в массе составляют  $5,8 - 5,0 = 0,8$  кг, а упек составляет

$$M_{уп} = \frac{5,8 - 5,0}{5,8} \cdot 100 = 14\%$$

#### **Практическое задание:**

1. Провести расчеты по определению упека, припека, усушки мучных булочных изделий или мучных кондитерских изделий и внести эти данные в рабочую рецептуру нового изделия (по заданию преподавателя).

#### **Контрольные вопросы:**

1. Определение нормы вложения сырья или полуфабриката массой нетто.
2. Нормы жидкости с учетом потерь на выкипание.
3. Нормы производственных потерь (при измельчении, порционировании, хранении, охлаждении и др.).
4. Нормы потерь при тепловой обработке сырья или полуфабрикатов.
5. Методика расчета упека, припека, усушки хлеба и выхода готовых хлебобулочных изделий.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

**Тема: Разработка технико-технологической карты и технологической схемы на производство новой продукции (блюдо, изделий)**

**Цель:** Освоить методологические основы разработки технико-технологических карт и составления технологической схемы производства новой продукции.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** ГОСТ Р ИСО 9001–2015, ГОСТ Р 51740–2016, ГОСТ Р 51074–2003

**Материальное обеспечение:** компьютеры

#### **1 Теоретическая часть**

**Технико-технологическая карта** является нормативным документом, дающим предприятию право на выработку нового продукта или фирменного изделия (блюда).

1. В технико-технологической карте указывают рецептуру, технологию приготовления, правила оформления и подачи, органолептические и физико-химические показатели качества,

микробиологические показатели безопасности, пищевую и энергетическую ценность блюда (изделия).

2. Характеристику органолептических показателей качества описывают кратко, но так, чтобы можно было иметь представление о блюде (изделии).

3. Физико-химические показатели качества определяют опытным путем в лаборатории или принимают в соответствии с требованиями ГОСТ.

4. Пищевую и энергетическую ценность блюда (изделия) рассчитывают на 100 граммов съедобной части продукта. Расчет проводят на основе данных по содержанию основных пищевых веществ в сырье и продуктах, входящих в состав разрабатываемого блюда (изделия). Для проведения расчета пользуются справочными таблицами "Химический состав пищевых продуктов".

5. Техничко-технологические карты на новые блюда (изделия) утверждает руководитель предприятия, на котором они разработаны.

Держателем подлинников технико-технологических карт является заведующий производством (начальник цеха) или другое лицо, определенное для этих целей.

При разработке технологической схемы производства изделия (блюда) используется следующий алгоритм:

1. продукты, используемые для производства изделия записываются в верхней части схемы в одинарных рамках;

2. основной продукт, который определяет вкусовые качества изделия, записывается в центре технологической схемы;

3. далее указываются виды технологических операций для каждого ингредиента с указанием параметров процесса (температуры, продолжительности);

4. указывается конечный продукт (в обрамлении двойной рамки).

Образец разработки технологической схемы представлен на рис.1.

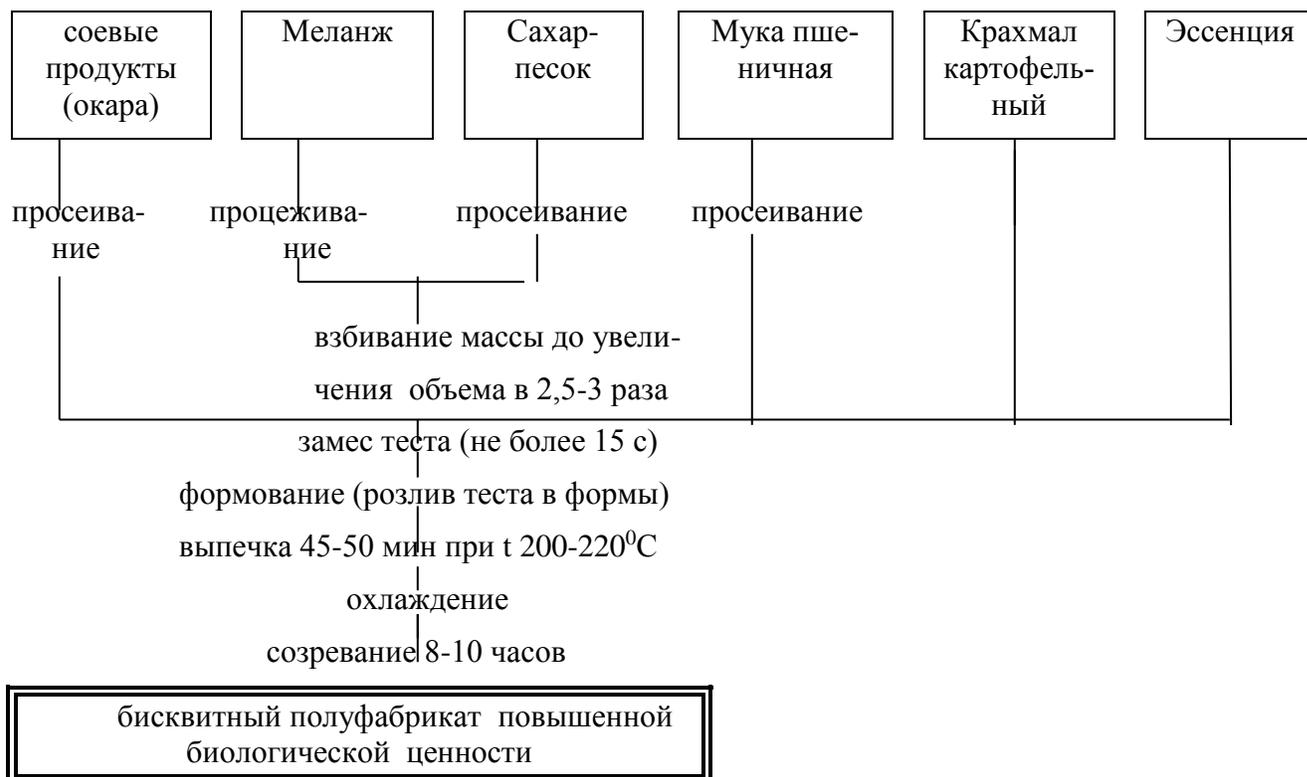


Рисунок 1 – Технологическая схема производства бисквитного полуфабриката

### **Практическое задание:**

1. Заполнить технико-технологическую карту.
2. Составить технологическую схему производства нового продукта.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что указывают в технико-технологической карте?
2. Кто утверждает технико-технологические карты на новые блюда (изделия).
3. Алгоритм разработки технологической схемы производства изделия (блюда).

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

### **Тема: Расчет химического состава и энергетической ценности новых изделий**

**Цель:** Освоить методику расчета химического состава и энергетической ценности новых изделий.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** Справочник: Химический состав пищевых продуктов. Кн.1. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов, ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р 51740 – 2016.

**Материальное обеспечение:** компьютеры

### **1 Теоретическая часть**

*Пищевая ценность* блюда (изделия) определяется качеством входящего в него сырья (продуктов), усвояемостью, степенью сбалансированности по основным пищевым веществам (белкам, жирам, углеводам).

*Энергетическая ценность* блюда (изделия) характеризуется долей энергии, высвобождаемой из пищевых веществ в процессе биологического окисления, которая используется для обеспечения жизнедеятельности организма.

Расчет пищевой ценности производится по таблицам справочника "Химический состав пищевых продуктов", в которых указано содержание белков, жиров, углеводов в 100 г съедобной части продукта (сырья). Определяют расчетным путем количество белков, жиров, углеводов, содержащееся в сырье (продуктах) по рецептуре (в графе "нетто").

При расчете энергетической ценности блюда (изделия) количества пищевых веществ умножают на соответствующие коэффициенты: белки – 4, углеводы – 4, жиры – 9, сахар – 3,8, крахмал – 4,1, органические кислоты – 3,0, результат выражают в килокалориях (ккал/г) или кДж. Если блюдо (изделие) подвергается тепловой обработке, то при расчете пищевой и энергетической ценности учитывают потери: для белков – 6%, жиров – 12%, углеводов – 9%.

**Пример:** Расчет пищевой и энергетической ценности сырников из творога (рецептура № 492 1 вар. Сборника рецептур 1981 г. издания).

Энергетическая ценность:

150 г. =  $23,81 \cdot 4 + 15,04 \cdot 9 + 28,3 \cdot 4 = 95,24 + 135,36 + 113,2 = 343,8 \approx 344$  ккал

100 г =  $15,87 \cdot 4 + 10,03 \cdot 9 + 16,64 \cdot 4 = 63,48 + 90,27 + 66,56 = 220,31 \approx 220$  ккал

Таблица 1 – Расчет химического состава сырников из творога

Наименование сырья	масса нетто, г	Содержание основных пищевых веществ							
		белки		жиры	сахар		крахмал		
		%	г	%	г	%	г	%	г
Творог (п/ж)	135	16,7	22,55	9,0	12,15	2,0	2,7	-	-
Мука пшеничная(1 сорт)	20	10,6	2,12	1,3	0,26	0,5	0,1	67,1	13,42
Яйца	5	12,7	0,64	11,5	0,58	-	-	-	-
Сахар	15	-	-	-	-	99,8	14,97	-	-
Масса полуфабриката	170								
Маргарин столовый	5	0,3	0,02	82,0	4,1	-	-		
Масса готовых сырников	150								
В полуфабрикате до тепловой обработки	170		25,33		17,09		31,1 (17,68	+	13,42)
	100		14,89		7,64		18,29 (10,4	+	7,89)
Сохранность после обработки, %			96		88		91		
В обжаренных сырниках	150		23,81		15,04		28,03		
	100		15,87		10,03		16,64		

### Практическое задание:

1. Рассчитать химический состав и энергетическую ценность нового продукта.
2. Провести расчет соотношения Б:Ж:У.
3. Сравнить рассчитанные соотношения с рекомендуемыми нормами.

### Контрольные вопросы:

1. При расчете пищевой и энергетической ценности учитывают ли потери для белков, жиров, углеводов и каковы они?
2. Как определяется пищевая ценность блюда (изделия)?
3. Как характеризуется энергетическая ценность блюда (изделия)?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

**Тема: «Установление перечня нормативных показателей качества и безопасности новой пищевой продукции»**

**Цель:** Установить показатели качества и безопасности новой продукции в соответствии с гигиеническими требованиями к безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** СанПиН 1078-01, Технические регламенты Таможенного союза

**Материальное обеспечение:** компьютеры

### 1 Теоретическая часть

## **1.1 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов**

Санитарными правилами установлены гигиенические требования безопасности пищевых продуктов и способности их удовлетворять физиологические потребности человека в основных пищевых веществах и энергии.

Органолептические свойства пищевых продуктов определяются показателями вкуса, цвета, запаха и консистенции, характерными для каждого вида продукции, и должны удовлетворять традиционно сложившимся вкусам и привычкам населения. Органолептические свойства пищевых продуктов не должны изменяться при их хранении, транспортировке и в процессе реализации.

Пищевые продукты не должны иметь посторонних запахов, привкусов, включений, отличаться по цвету и консистенции, присущих данному виду продукта.

Безопасность пищевых продуктов в микробиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию химических загрязнителей определяется их соответствием гигиеническим нормативам, установленным настоящими Санитарными правилами.

Определение показателей безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, в том числе биологически активных добавок к пище, смешанного состава производится по основному (ым) виду (ам) сырья как по массовой доле, так и по допустимым уровням нормируемых контаминантов.

Определение показателей безопасности сухих, концентрированных или разведенных пищевых продуктов производится в пересчете на исходный продукт с учетом содержания сухих веществ в сырье и в конечном продукте.

Гигиенические нормативы распространяются на потенциально опасные химические соединения и биологические объекты, присутствие которых в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней их содержания в заданной массе (объеме) исследуемого продукта.

В пищевых продуктах контролируется содержание основных химических загрязнителей, представляющих опасность для здоровья человека.

Гигиенические требования к допустимому уровню содержания токсичных элементов предъявляются ко всем видам продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Содержание микотоксинов – афлатоксина В<sub>1</sub>, дезоксиниваленола (вомитроксина), зеараленона, Т-2 токсина, патулина – контролируется в продовольственном сырье и пищевых продуктах растительного происхождения, афлатоксина М<sub>1</sub> – в молоке и молочных продуктах. Приоритетными загрязнителями являются: для зерновых продуктов – дезоксиниваленол; для орехов и семян масличных – афлатоксин В<sub>1</sub>; для продуктов переработки фруктов и овощей – патулин.

Не допускается присутствие микотоксинов в продуктах детского и диетического питания.

Во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов контролируются пестициды: гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гаммаизомеры), ДДТ и его метаболиты. В зерне и продуктах переработки контролируются также ртутьорганические пестициды, 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры. В рыбе и продуктах переработки контролируется также 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры.

Контроль продовольственного сырья и пищевых продуктов по содержанию в них остаточных количеств пестицидов и агрохимикатов, в том числе фумигантов, основывается на информации, представляемой изготовителем (поставщиком) продукции об использованных при ее производстве и хранении пестицидах и агрохимикатах.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза продовольственного сырья и пищевых продуктов, содержащих пестициды, осуществляется в соответствии с действующими гигиеническими нормативами содержания пестицидов в объектах окружающей среды.

В продуктах животного происхождения контролируются остаточные количества стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотиков), применяемых в животноводстве для целей откорма, лечения и профилактики заболеваний скота и птицы.

В мясе, мясопродуктах, субпродуктах убойного скота и птицы контролируются как допущенные к применению в сельском хозяйстве кормовые антибиотики – гризин, бацитрацин, так и лечебные антибиотики, наиболее часто используемые в ветеринарии – антибиотики тетрациклиновой группы, левомецетин. В молоке и молочных продуктах контролируются пенициллин, стрептомицин, антибиотики тетрациклиновой группы, левомецетин, в яйцах и яйцепродуктах – бацитрацин, антибиотики тетрациклиновой группы, стрептомицин, левомецетин.

Контроль содержания стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотиков), применяемых в животноводстве для целей, откорма, лечения и профилактики заболеваний скота и птицы препаратов, не указанных, основывается на информации, представляемой изготовителем (поставщиком) продукции об использованных при ее изготовлении и хранении стимуляторов роста животных и лекарственных препаратов.

Полихлорированные бифенилы контролируются в рыбе и рыбопродуктах; бенз(а)пирен – в зерне, в копченых мясных и рыбных продуктах.

Не допускается присутствие бенз(а)пирена в продуктах детского и диетического питания.

В отдельных пищевых продуктах контролируются: содержание азотсодержащих соединений: гистамина – в рыбе семейств лососевых и скумбриевых (в том числе группа тунцовых); нитратов – в плодоовощной продукции; N-нитрозаминов – в рыбе и рыбопродуктах, мясных продуктах и пивоваренном солоде.

В жировых продуктах контролируются показатели окислительной порчи: кислотное число и перекисное число.

В пищевых продуктах контролируются гигиенические нормативы содержания радионуклидов.

Радиационная безопасность пищевых продуктов по цезию-137 и стронцию-90 определяется их допустимыми уровнями удельной активности радионуклидов, установленными настоящими Санитарными правилами. Для определения соответствия пищевых продуктов критериям радиационной безопасности используется показатель соответствия – В, значение которого рассчитывают по результатам измерения удельной активности цезия-137 и стронция-90 в пробе:

$$B = (A/H)^{90\text{Sr}+^{137}\text{Sr}}, \quad (1)$$

где А – измеренное значение удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Sr}$  в пищевом продукте (Бк/кг);

Н – допустимый уровень удельной активности для  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Sr}$  в том же продукте (Бк/кг).

Радиационная безопасность пищевых продуктов, загрязненных другими радионуклидами, определяется санитарными правилами по нормам радиационной безопасности.

В пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов и возбудителей паразитарных заболеваний, их токсинов, вызывающих инфекционные и паразитарные болезни или представляющих опасность для здоровья человека и животных.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза мяса и мясных продуктов, рыбы, ракообразных, моллюсков, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки на наличие возбудителей паразитарных болезней проводится в соответствии с санитарными правилами по

проведению паразитологического контроля и паразитологическими показателями безопасности.

В мясе и мясных продуктах не допускается наличие возбудителей паразитарных болезней: финны (цистицерки), личинки трихинелл и эхинококков, цисты саркоцист и токсоплазм.

В рыбе, ракообразных, моллюсках, земноводных, пресмыкающихся и продуктах их переработки не допускается наличие живых личинок паразитов, опасных для здоровья человека.

При обнаружении живых личинок гельминтов следует руководствоваться санитарными правилами по профилактике паразитарных болезней.

В свежих и свежемороженых зелени столовой, овощах, фруктах и ягоде не допускается наличие яиц гельминтов и цист кишечных патогенных простейших.

Гигиенические нормативы по паразитологическим показателям безопасности питьевой воды определяются в соответствии с гигиеническими нормативами, установленными к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов включают следующие группы микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к которым относятся: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек – БГКП (колиформы), бактерии семейства Enterobacteriaceae, энтерококки;

- условно-патогенные микроорганизмы, к которым относятся: *E. coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *V. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии, *Vibrio parahaemolyticus*;

- патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*, бактерии рода *Yersinia*;

- микроорганизмы порчи – дрожжи и плесневые грибы, молочнокислые микроорганизмы;

- микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические микроорганизмы (молочнокислые микроорганизмы, пропионовокислые микроорганизмы, дрожжи, бифидобактерии, ацидофильные бактерии и др.) – в продуктах с нормируемым уровнем биотехнологической микрофлоры и в пробиотических продуктах.

Нормирование микробиологических показателей безопасности пищевых продуктов осуществляется для большинства групп микроорганизмов по альтернативному принципу, т. е. нормируется масса продукта, в которой не допускаются бактерии группы кишечных палочек, большинство условно-патогенных микроорганизмов, а также патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*. В других случаях норматив отражает количество колониеобразующих единиц в 1 г (мл) продукта (КОЕ/г, мл).

Критериями безопасности консервированных пищевых продуктов (промышленная стерильность) является отсутствие в консервированном продукте микроорганизмов, способных развиваться при температуре хранения, установленной для конкретного вида консервов, и микроорганизмов и микробных токсинов, опасных для здоровья человека (приложение 8).

Биологически активные добавки к пище являются источниками пищевых, минорных, про- и пребиотических природных (идентичных природным) биологически активных веществ (компонентов) пищи, обеспечивающими поступление их в организм человека при употреблении с пищей или введении в состав пищевых продуктов.

Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, используемые при изготовлении биологически активных добавок к пище, должны обеспечивать их эффективность и не оказывать вредного воздействия на здоровье человека.

Биологически активные вещества, компоненты пищи и продукты, являющиеся их источниками, представляющие по данным современных научных исследований опасность для жизни и здоровья человека при использовании их в составе биологически активных добавок к

пище, не допускаются к использованию при изготовлении биологически активных добавок к пище.

В пищевых продуктах определяются показатели пищевой ценности. Показатели пищевой ценности пищевых продуктов обосновываются изготовителем (разработчиком технических документов) на основе аналитических методов исследования и / или с использованием расчетного метода с учетом рецептуры пищевого продукта и данных по составу сырья.

Отдельные пищевые продукты по показателям пищевой ценности должны соответствовать требованиям настоящих Санитарных правил.

Продукты детского питания должны соответствовать функциональному состоянию организма ребенка с учетом его возраста и быть безопасными для здоровья ребенка. Продукты детского питания и их компоненты, продукты для беременных и кормящих женщин (далее – специализированные продукты) должны соответствовать гигиеническим нормативам безопасности и пищевой ценности, установленным настоящими Санитарными правилами. В пищевых продуктах допускаются к использованию пищевые добавки, не оказывающие по данным современных научных исследований вредного воздействия на жизнь и здоровье человека, и жизнь и здоровье будущих поколений.

Применение пищевых добавок и допустимые уровни содержания их в пищевых продуктах регламентированы санитарными правилами по применению пищевых добавок.

#### **Практическое задание:**

В соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2. –1078 –01 разработать перечень нормируемых показателей качества и безопасности нового продукта. Заполнить соответствующие таблицы.

#### **Контрольные вопросы**

1. На основании, какого документа контролируют гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов?
2. В каких продуктах и как контролируются остаточные количества стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотиков).
3. Какие антибиотики контролируют в молоке и молочных продуктах, в яйцах и яйцепродуктах?
4. Допускается ли присутствие бенз(а)пирена в продуктах детского и диетического питания?
5. Какие и в каких пищевых продуктах контролируются: содержание азотсодержащих соединений?
6. Радиационная безопасность пищевых продуктов по цезию-137 и стронцию-90 определяется их допустимыми уровнями – каковы они?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

#### **Тема: Унификация рецептур новой продукции**

**Цель:** Освоение методики расчетов по унификации рецептур нового инновационного пищевого продукта.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** Сборники технологических нормативов  
**Материальное обеспечение:** компьютеры

## 1 Теоретическая часть

Унификация относится к основным методам стандартизации. Под унификацией продукции общественного питания подразумевается уменьшение многообразия видов и типов изделия одинакового функционального назначения, а также компонентов, входящих в них, создание комплексов рецептур, состоящих из ограниченного числа стандартизированных взаимозаменяемых ингредиентов, с тем, чтобы на основе базовой модели (рецептуры) или самостоятельно, путем различных сочетаний можно было бы создавать новые рецептуры в пределах определенных групп блюд

В решении задач, возложенных на стандартизацию важную роль выполняют так называемые параметрические стандарты, в которых устанавливаются ряды параметров и размеров, наиболее рациональных для отраслей и смежных с ней отраслей (например, мясо и рыбоперерабатывающей с общественным питанием).

### 1.1 Система предпочтительных чисел

Разработка параметрических рядов требует установления единой закономерности в системе стандартизируемых величин. Эта задача решается при помощи рядов предпочтительных чисел. Своё название эти числа получили по тому, что они рекомендуются для предпочтительного применения при расчетах рецептур и их унификации.

Система предпочтительных чисел является базой развития параметрической стандартизации в России. Смысл этой системы заключается в выборе лишь тех параметров и размеров, которые подчиняются строго определенной математической закономерности, а не любых значений, получаемых в результате расчетов или принимаемых в порядке волевого решения. Применение предпочтительных чисел позволяет широко унифицировать параметр продукции: масса полуфабриката (нетто), выход готового изделия не только в пределах одной отрасли но при межотраслевой кооперации.

Согласно ГОСТ "Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел" установлены предпочтительные числа и их ряды, которые должны быть положены в основу выбора градаций параметров, а также отдельных числовых характеристик продукции, выпускаемой всеми отраслями народного хозяйства.

ГОСТом установлены 4 основных ряда предпочтительных чисел (R5, R10, R20, R40) и дополнительный ряд R80. Все они представляют собой десятичные ряды с округленными значениями членов геометрических прогрессий со знаменателями:

для ряда	R5	.....	$\sqrt[5]{10} = 1,6$
	R10	.....	$\sqrt[10]{10} = 1,25$
	R20	.....	$\sqrt[20]{10} = 1,12$
	R40	.....	$\sqrt[40]{10} = 1,059$
	R80	.....	$\sqrt[80]{10} = 1,029$

Из основных рядов можно составить ряды с ограниченными пределами. Для пищевой промышленности, торговли и общественного питания принят основной ряд предпочтительных чисел

R10  
1,00 ; 1,25 ; 1,60 ; 2,00 ; 3,15 ; 4,00 ;  
5,00 ; 6,30 ; 8,00 ; 10,00 ;

Относительная разность между смежными членами сохраняется постоянной на протяжении всего ряда.

Для детского ряда она равна – 25%.

Количество членов в каждом десятичном интервале чисел (1-10; 10-100; 100-1000 и т.д., а также 1,0-0,1; 1,0-0,01 0,01-0,001 и т.д.) любого ряда остается постоянным на протяжении всего ряда. Количество чисел в десятичном интервале пятого ряда равно 5 (1-1,6-2,5-4,0-6,3); десятого ряда – равно 10. При этом каждый последующий ряд включает все числа предыдущих рядов, т.е. десятый ряд включает все числа пятого ряда. Ряды предпочтительных чисел безграничны в обоих направлениях. Числа выше десяти получаются умножением величин, установленных в интервале 1-10 на 10, 100, 1000 и т.д., а числа менее 1 - на 0,1; 0,01; 0,001 и т.д.

Универсальность рядов предпочтительных чисел, установленных ГОСТ, позволяют широко использовать их во всех отраслях промышленности.

Ряды предпочтительных чисел обозначаются следующим образом:

- ряды, неограниченные пределами R5; R10; R20; R40; R80;
- ряды, с ограниченными пределами и числами R5 (...40...) - ряд R5, неограниченный верхним и нижним пределами, но с обязательным включением члена 40; R 10 (1,25)- ряд R 10, ограниченный членом 1,25 в качестве нижнего предела

В отдельных случаях не представляется возможным, да и нет особой необходимости использовать все числа ряда. Стандартом допускается применять так называемые производные ряда, получаемые из основных R5-R40 путем отбора каждого второго, третьего, четвертого или n-го члена ряда. Производные ряды обычно применяют в тех случаях, когда устанавливают градации параметров и размеров, и других числовых характеристик, зависящих от параметров и размеров, образованных на базе основных рядов. Производные ряды имеют свое обозначение: к обозначению основного или дополнительного ряда, из которого составлен производный ряд, через наклонную разделительную черту присоединяется цифра указывающая, путем отбора какого члена (2,3,4,..., n) образован производный ряд, а в скобках указываются члены, ограничивающие данный производный ряд. Например: R10/3 (...80...) – производный ряд, полученный из каждого члена основного ряда R10, включающего число 80 и не ограниченны в обоих направлениях. Производный ряд R10/3 (1...) – состоит из каждого 3-го члена основного ряда R10 с единицей в качестве нижнего предела. Указанный ряд будет состоять из членов 1; 2; 4; 8; 16; 31,5... Производный ряд R 10/2(1,25...) будет состоять из членов – 1,25; 2,00; 3,15; 5,00; 8,00...

Ряды предпочтительных чисел все более широко используются при установлении стандартов и унификации продукции пищевой промышленности и общественного питания. Необходимость применения предпочтительных чисел определяется всем ходом развития общественного питания и смежных с ним отраслей торговли и пищевой промышленности, т.е. необходимостью кооперирования, взаимозаменяемости, специализации и типизации производства.

## **1.2 Методические основы унификации рецептур продукции общественного питания**

Классификация методов анализа, используемых в исследованиях, их характеристика. Методы математической статистики, корреляционный анализ, уравнение регрессии.

1.2.1. В рамках проведения межотраслевой унификации (перерабатывающая промышленность – торговля-общественное питание) принят новый размерный ряд, определяющий массу полуфабрикатов, кулинарных изделий и готовой продукции с  $\phi=1,25$  (т.е. по R10): 50-63- 80- 100- 125- 160- 200- 250- 315- 400- 500-630- 800- 1000- 1250- 1600 г.

1.2.2. В соответствии с п. 2.2.1. рецептуры блюд и кулинарных изделий, выходы (т.е. масса готовой продукции) должны быть унифицированы.

1.2.3. Унифицируя рецептуры, следует учитывать применение их в различных типах предприятий общественного питания.

1.2.4. Включенные в различные сборники рецептуры одного и того же блюда должны обеспечивать единый вкус.

1.2.5. Разрабатывая рецептуры, например первых блюд, надо отказаться от необоснованного многообразия вариантов вкусов одного и того же блюда, не зависимо от того, для какого класса предприятия (по какой колонке Сборника рецептур) разработана рецептура. Добиться этого можно и унификацией самих рецептур и унификации выхода блюд.

1.2.6. Основным критерием унификации рецептуры является:

– соблюдение постоянства соотношения компонентов блюда (изделия), создающих его основной вкус, в пределах рецептуры или группы блюд (это определяет "базис" рецептуры) например, в рецептуре борща (по трем колонкам) должно сохраняться одинаковое соотношение свеклы, свежей капусты, моркови, петрушки, репчатого лука как 1,0:1,00:0,25:0,06:0,25 соответственно;

– на основании "базисной" рецептуры проводится разработка рецептур ассортимента определенной группы блюд. Например, на основе "базисной" рецептуры борща разработаны рецептуры других борщей – с черносливом, грибами, фасолью, клецками, отличающиеся дополнительным набором продуктов;

– разработка унифицированной основы (базы) блюда (изделия) – как полуфабриката высокой степени готовности, использование которого позволяет обеспечить многообразие ассортиментов в пределах с заданным (традиционно принятым) вкусовыми качествами (например: борщевая, суповая заправки, пассерованные овощи и др.) Таким образом, унификация рецептур означает, что на предприятиях общественного питания продукцию будут готовить по рациональной рецептуре. На основании выбранного для отрасли ряда предпочтительных чисел  $R_{10}(\varphi=1,25)$  в рецептурах блюд из мяса по Сборнику рецептур блюд и кулинарных изделий, масса порционных полуфабрикатов из рубленой массы, покупающих от перерабатывающей промышленности принята равной:

по 1-й колонке; 2-й колонке; 3-й колонке

-                    125г                    80г

– норма закладки продуктов в рецептурах салатов, первых блюд, соусов, гарниров, ряда сладких блюд предусмотрена на выход готовой продукции 1000 г;

– норма закладки продуктов в рецептурах мучных кондитерских и булочных изделий предусмотрены на 10 кг 100 штук.

#### **Практическое задание:**

Провести унификацию рецептуры нового продукта по следующим параметрам:

1. по массе полуфабриката;
2. по выходу готового блюда (изделия).

#### **Контрольные вопросы**

1. Что понимают под унификацией продукции?
2. Параметрические стандарты, в которых устанавливаются ряды параметров и размеров, наиболее рациональных для отраслей и смежных с ней отраслей (например, мясо- и рыбоперерабатывающей с общественным питанием).
3. Система предпочтительных чисел.
4. Проведение межотраслевой унификации (перерабатывающая промышленность – торговля-общественное питание).
5. Что представляет собой новый размерный ряд?

6. Что является основным критерием унификации рецептуры?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Тема: Классификация методов анализа, используемых в исследованиях, их характеристика. Методы математической статистики, корреляционный анализ, уравнение регрессии**

**Цель работы:** Освоение методов анализа, используемых в исследованиях, их характеристика; ознакомление с методикой математической статистики, корреляционного анализа, составления уравнения регрессии.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** Сборники технологических нормативов, ГОСТы на методы исследований пищевых продуктов

**Материальное обеспечение:** компьютеры

**Часть 1 Классификация методов анализа, используемых в исследованиях, их характеристика.**

### **Теоретическая часть**

Исследование любого пищевого продукта – сложная аналитическая задача. Из-за особенностей состава и многокомпонентности продуктов необходимо приспособлять стандартные методы к особенностям состава и физико-химической структуры продукта – т.е. в каждом конкретном случае требуется проведение в той или иной мере аналитической исследовательской работы.

Сегодня можно выделить следующие методы, нашедшие широкое применение в пищевой промышленности: газовая хроматография, жидкостная хроматография, атомно-абсорбционная спектрометрия, фотометрия, люминесценция, капиллярный электрофорез, инфракрасная спектроскопия, электрохимия, классические методы анализа (титриметрия, гравиметрия), реологические методы исследования.

В настоящее время отмечается увеличение доли хроматографических методов и капиллярного электрофореза, что указывает на первоочередную важность освоения данных методов для пищевой промышленности. В будущем возрастет использование спектральных, атомно-абсорбционных методов и методов капиллярного электрофореза для проведения исследований качества сырья и готовой продукции. Из этого следует, что освоение методологией оценки свойств сырья и готовой продукции для инженеров-технологов имеет самое важное значение.

### *Методы определения показателей качества сырья и продуктов питания*

В зависимости от применяемых средств измерений методы подразделяются на измерительные, регистрационные, расчетные, социологические, экспертные и органолептические.

*Измерительные методы* базируются на информации, получаемой с использованием средств измерений и контроля. С помощью измерительных методов определяют такие показатели, как масса, размер, оптическая плотность, состав, структура и др.

Измерительные методы могут быть подразделены на физические, химические и биологические.

Физические методы применяют для определения физических свойств продукции – плотности, коэффициента рефракции, вязкости, липкости и др. К таким методам относятся микроскопия, поляриметрия, колориметрия, рефрактометрия, спектроскопия, реология, люминесцентный анализ и другие.

Химические методы применяют для определения состава и количества входящих в продукцию веществ. Они подразделяются на количественные и качественные – это методы аналитической, органической, физической и биологической химии.

Биологические методы используют для определения пищевой и биологической ценности продукции. Их подразделяют на физиологические и микробиологические. Физиологические применяют для установления степени усвоения и переваривания питательных веществ, безвредности, биологической ценности. Микробиологические методы применяют для определения степени обсемененности продукции различными микроорганизмами.

*Регистрационные* методы – это методы определения показателей качества продукции, осуществляемые на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов и затрат. Эти методы основываются на информации, получаемой путем регистрации и подсчета определенных событий, например, подсчета числа дефектных изделий в партии и т.д.

*Расчетные* методы отражают использование теоретических и эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров. Эти методы применяют в основном при проектировании продукции, когда последняя еще не может быть объектом экспериментального исследования. Этим же методом могут быть установлены зависимости между отдельными показателями качества продукции.

*Социологические* методы основаны на сборе и анализе мнений фактических и возможных потребителей продукции; осуществляется устным способом, с помощью опроса или распространения анкет-вопросников, путем проведения конференций, совещаний, выставок, дегустаций и т.п. Этот метод применяют для определения коэффициентов весомости.

*Экспертные* методы – это методы, осуществляемые на основе решения, принимаемого экспертами. Такие методы широко используют для оценки уровня качества (в баллах) при установлении номенклатуры показателей, учитываемых на различных стадиях управления, при определении обобщенных показателей на основе совокупности единичных и комплексных показателей качества, а также при аттестации качества продукции. Экспертные методы оценки качества продукции применяются при невозможности или нецелесообразности по конкретным условиям оценки использовать расчетные или измерительные методы. Их используют самостоятельно или в сочетании с другими методами при оценке нормативно-технической документации на продукцию и качество продукции, при выборе наилучших решений, реализуемых в управлении качеством продукции, а также для: классификации оцениваемой продукции и потребителей; определения номенклатуры и коэффициентов весомости показателей качества; выбора базовых образцов и определения значений базовых показателей; измерения и оценки показателей с помощью органов чувств; оценки единичных показателей, значения которых определены расчетным или измерительным методом; определения комплексных показателей качества и в других случаях.

Для оценки качества продукции с помощью экспертных методов создают экспертные комиссии (технические, дегустационные и др.). Экспертная комиссия состоит из двух групп: рабочей и экспертной. При формировании экспертной группы учитывают психофизиологические возможности эксперта и состояние его здоровья. Эксперт должен быть компетентным, деловитым и объективным.

Рабочая группа осуществляет подготовку и проведение экспертной оценки качества продукции и анализ ее результатов.

Оценка уровня качества продукции - это совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих по-

казателей и сопоставление их с базовыми. При проведении экспертной оценки качества продукции представляют в виде иерархической структуры.

Обобщенные показатели относят к самому высокому уровню, а групповые комплексные – к нижерасположенным. На нижнем уровне структурной схемы находятся единичные показатели. Число уровней иерархии определяется сложностью продукции, количеством показателей, целью и требуемой точностью.

*Органолептические* методы – методы, осуществляемые на основе анализа восприятий органов чувств. Значения показателей качества находятся путем анализа полученных ощущений на основе имеющегося опыта. Толкование термина «органолептический» происходит от греческого слова «organon» (орудие, инструмент, орган) плюс «lepticos» (склонный брать или принимать) и означает «выявленный с помощью органов чувств».

Для оценки некоторых продуктов применяют специфические признаки, не показанные в приведенной классификации.

Контроль качества продуктов питания, как правило, основан на сочетании органолептических и инструментальных (или других несенсорных) методов. Например, микробиологические показатели наряду с органолептическими применяют для оценки свежести пищи.

В зависимости от поставленной задачи применяют различные методы, которые можно разделить на три группы:

- методы приемлемости и предпочтения (предпочтительности, желательности, удовлетворительности);
- методы различительные (сравнения, различения, дифференциации);
- методы описательные.

#### *Измерительные методы исследования*

##### *Спектральные методы*

Среди современных методов физико-химических анализов все большее распространение приобретает спектроскопия, позволяющая получить наиболее полную информацию о важнейших свойствах продукта. Спектральные методы исследования основаны на использовании явления поглощения (или испускания) электромагнитного излучения атомами или молекулами определенного вещества. Спектральный анализ используется для определения разнообразных органических соединений, а также минеральных элементов с концентрацией  $10^{-2}$ – $10^{-6}$  моля.

Спектральные методы дают широкие возможности для наблюдения и исследования соответствующих аналитических сигналов в различных областях электромагнитного спектра – рентгеновское излучение, ультрафиолетовое (УФ) излучение, видимый свет; инфракрасное (ИК), а также микро- и радиоволновое излучение.

Спектроскопию условно можно разделить на эмиссионную и абсорбционную.

*Эмиссионная* спектроскопия исследует излучательную способность вещества. Испускание энергии связано с предварительным термическим и энергетическим возбуждением атомов, когда электроны с основного уровня переходят при поглощении энергии на более высокий энергетический уровень.

*Абсорбционная* спектроскопия исследует поглощательную способность вещества. При этом анализируемую пробу помещают между источником электромагнитного излучения с определенным диапазоном частот и спектрометром. Спектрометр измеряет интенсивность света, прошедшего через пробу, в сравнении с источником первоначального излучения при заданной длине волны.

Для исследования свойств пищевых продуктов наибольший интерес представляют области: видимая (200-400 нм) со стеклянной оптикой, ультрафиолетовая (400-800 нм) с кварцевой оптикой и инфракрасная (2-15 мкм).

Под воздействием различных излучений происходят электронные переходы в молекулах вещества или свободных атомах исследуемого химического элемента (аналитический сигнал – поглощение или испускание), а также изменения ориентации спинов атомов (аналитический сигнал – ядерный магнитный резонанс) или электронов (аналитический сигнал – электронный парамагнитный резонанс). Аналитические сигналы измеряют различными методами.

В таблице 1 приведена классификация спектральных методов.

Таблица 1 – Классификация спектральных методов

Спектроскопия	Источник аналитического сигнала	Аналитический сигнал	Метод
Молекулярная	Молекула	Поглощение (абсорбция) Испускание (люминесценция)	Молекулярно-абсорбционную спектрометрию (МАС) Молекулярно-люминесцентную (МЛС), или флуориметрию
Атомная	Атом	Поглощение (абсорбция) Испускание (эмиссия)	Атомно-абсорбционную (ААС) Атомно-эмиссионную (АЭС)
Магнитного резонанса	Ядро атомов (магнитный момент ядра) Электрон (магнитный момент электрона)	Ядерный магнитный резонанс – ЯМР-спектр Электронный парамагнитный резонанс – ЭПР-спектр	Спектрометрия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) Спектрометрия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР)
Масс-спектрометрия	Ион	Масс-спектр	Масс-спектрометрия

По источнику и типу аналитического сигнала спектральные методы разделяют на молекулярно-абсорбционную спектрометрию (МАС) и молекулярно-люминесцентную (МЛС), или флуориметрию; на атомно-абсорбционную (ААС) и атомно-эмиссионную (АЭС), а также спектрометрию ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

#### *Молекулярно-абсорбционная спектрометрия*

В молекулярно-абсорбционной спектрометрии исследуют аналитические сигналы в области от 200 до 750 нм (УФ-излучение и видимый свет), вызванные электронными переходами внешних валентных электронов, а также поглощение излучения в ИК- и микроволновой области, связанное с изменением вращения и колебания молекул.

Наиболее широкое распространение получил метод, основанный на изучении поглощения в видимой области спектра в интервале длин волн от 400 до 750 нм – фотометрия; а также метод, основанный на поглощении излучения в различных частях инфракрасной области электромагнитного спектра – ИК-спектрометрия, чаще всего используют поглощение излучения в средней (длина волны 2,5 – 25 мкм) и ближней (длина волны 0,8-2,5 мкм) ИК-области.

#### *Фотометрия*

Фотометрический метод количественного анализа основан на способности определяемого вещества, компонента смеси или их окрашенных форм поглощать электромагнитное излучение оптического диапазона. Способность к поглощению зависит от цветности исследуемого вещества. Цветность определяется электронным строением молекулы, обычно ее связывают с наличием в молекуле так называемых хромофорных групп, обуславливающих поглощение электромагнитного излучения веществом в видимой и УФ-областях спектра.

Общая схема выполнения фотометрического определения едина и включает следующие стадии:

– подготовку пробы и переведения определяемого вещества или компонента в раствор, в реакционноспособную, в зависимости от химизма аналитической реакции форму;

– получение окрашенной аналитической формы определяемого вещества в результате проведения цветной реакции при оптимальных условиях, обеспечивающих ее избирательность и чувствительность;

– измерение светопоглощающей способности аналитической формы, т.е. регистрация аналитического сигнала при определенных условиях, отвечающих его локализации и наибольшей интенсивности.

Промышленностью выпускаются различные приборы молекулярно-абсорбционной спектроскопии – колориметры, фотометры, фотоэлектроколориметры, спектрофотометры и т.д., в которых установлены различные комбинации источников света, монохроматизаторов и рецепторов. Приборы можно классифицировать следующим образом:

– по способу монохроматизации лучистого потока – спектрофотометры, т.е. приборы с призмным или решеточным монохроматором, позволяющие достигать высокой степени монохроматизации рабочего излучения; фотоэлектроколориметры, т.е. приборы, в которых монохроматизация достигается с помощью светофильтров;

– по способу измерения – однолучевые с прямой схемой измерения (прямопоказывающие) и двухлучевые с компенсационной схемой;

– по способу регистрации измерений – регистрирующие и нерегистрирующие.

В настоящее время применение автоматизированного, управляемого микропроцессором фотометра в большей степени расширяет возможности спектроскопии: позволяет проводить измерения большого количества образцов при различных длинах волн через различные интервалы времени.

#### *Инфракрасная спектроскопия*

Инфракрасная спектроскопия (ИК) представляет собой один из новейших физических методов количественного и качественного анализа пищевых продуктов. Этот метод позволяет получать достаточно полную информацию о строении и составе органических веществ. ИК-излучение применяется для исследования жирнокислотного состава молочных продуктов, широко используется для определения пестицидов в различных пищевых продуктах, при анализе пищевых красителей, а также для контроля технологических процессов при переработке растительного и животного сырья.

К настоящему времени изучены и систематизированы инфракрасные спектры более чем 20 000 соединений, что существенно облегчает практическое проведение анализа. Для получения первых ориентировочных данных часто пользуются так называемой картой Колтупа, на которой указаны спектральные области многих характеристических частот. Для окончательных выводов обычно требуется более тщательный анализ спектра. Иногда задача качественного анализа может быть решена простым сопоставлением спектра известного соединения и анализируемого вещества.

Количественный анализ по инфракрасным спектрам основан на применении закона Бугера-Ламберта-Бера. Чаще всего здесь используется метод градуировочного графика.

Применение ИК-спектроскопии чаще оказывается более полезным в качестве дополнительного метода при проведении идентификации чистых веществ после хроматографического разделения сложных компонентов пищевых продуктов. Инфракрасный спектр органического соединения является одним из наиболее однозначных физических свойств вещества. ИК-спектр более точно характеризует вещество, чем температура плавления, показатель преломления или плотность. При этом совсем не обязательно иметь образец известного для сравнения с определенным, а достаточно сопоставить полученный спектр с опубликованными кривыми поглощения. Однако для идентификации вещества необходимо знать, к какому классу органических соединений относится определяемое вещество.

Метод ИК-спектроскопии используется для определения содержания в пищевых продуктах витаминов А, К, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, никотиновой кислоты, токоферолов и каротина. В ком-

бинации с хроматографией ИК-спектроскопию можно применить для исследования ароматических веществ и ряда органических соединений.

#### *Молекулярно-люминесцентная спектрометрия*

Люминесценцией называют свечение атомов, ионов, молекул и других более сложных частиц вещества, которое возникает в результате перехода в них электронов при возвращении из возбужденного состояния в нормальное. Чтобы вещество начало люминесцировать, к нему необходимо извне подвести определенное количество энергии. Частицы вещества, поглощая энергию, переходят в возбужденное состояние, пребывая в нем некоторое время. Затем они возвращаются в состояние покоя, отдавая при этом часть энергии возбуждения в виде квантов люминесценции.

С помощью люминесцентного анализа (ЛА) можно обнаружить в исследуемом образце присутствие вещества в концентрации  $10^{-11}$  г/г. Качественный и количественный ЛА используют для определения некоторых витаминов в пищевых продуктах, содержание белков и жиров в молоке, исследование свежести мяса и рыбы, диагностики порчи овощей, плодов и обнаружения в продуктах питания консервантов, лекарственных препаратов, канцерогенных веществ, пестицидов.

Свечение, возникающее под действием световых лучей оптического диапазона ультрафиолетовых (УФ) и видимых частот, носит название фотолюминесценции, которая в зависимости от вида возбужденного уровня и времени пребывания в нем подразделяется на флуоресценцию и фосфоресценцию.

Флуоресценция – это вид собственного свечения вещества, которое продолжается только при облучении. Если источник возбуждения устранить, то свечение прекращается мгновенно или спустя не более 0,001 сек. Фосфоресценцией называют собственное свечение вещества, которое продолжается после отключения возбуждающего света.

Метод флуориметрии применяют для чувствительного определения очень малых количеств элементов при анализе органических веществ, при определении малых количеств витаминов, гормонов, антибиотиков, канцерогенных соединений и др. Основным преимуществом флуориметрии по сравнению с другими абсорбционными методами является высокая селективность, так как флуоресценцией обладает значительно меньшее число веществ (прежде всего ароматические соединения и порфирины). Ряд соединений можно перевести во флуоресцирующие, введя в молекулу флуоресцирующую группу, т.е. флуорофор (люминифор).

#### *Атомная спектроскопия*

В атомной спектроскопии вещества исследуют, переводя их в состояние атомного пара – атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) или газообразное состояние – атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС).

В атомно-абсорбционной спектроскопии для возбуждения атомов используют тепловую энергию. Распыляя образец в пламени, соединения переводят в атомный пар (атомизация). Большинство атомов возбуждаясь, переходит на более высокий энергетический уровень. При обратном переходе происходит выделение энергии. В процессе облучения атомов исследуемого элемента, находящихся в состоянии пара, линейчатым излучением того же самого элемента в возбужденном состоянии происходит резонансное поглощение. Этот процесс сопровождается уменьшением интенсивности линейчатого излучения. Измеряемое поглощение является мерой концентрации свободных атомов образца.

В атомно-эмиссионной спектроскопии возбуждения происходят при помощи электрических зарядов. При этом создаются высокие температуры, благодаря которым большинство атомов переходит в возбужденное состояние. Поглощение энергии этими атомами невозможно, поэтому происходит эмиссия (испускание) фотонов возбужденных атомов. Определение элементов в большинстве случаев – металлов в атомной спектроскопии проводят 26деен2бии-

тельным селективным методом при длине волны, характерной для каждого элемента. Пределы обнаружения элементов методом атомной спектроскопии достигают  $10^{-12} - 10^{-14}$  г.

Метод атомной спектроскопии находит широкое применение в химии, биохимии, экологии и др., а также в анализе различных видов сырья и пищевых продуктов. Метод позволяет определить около 70 различных элементов; используется для одновременного определения большого числа элементов (многоэлементный анализ); для серийного анализа, благодаря высокой чувствительности и скорости.

*Спектроскопия магнитного резонанса.*

*Масс-спектроскопия*

Применение радио- и микроволновой областей электромагнитного спектра в аналитической химии и физико-химических исследованиях основывается на явлениях ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонансов.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) изучает магнитный резонанс, возникающий в результате взаимодействия магнитного момента ядра с внешним магнитным полем. С помощью метода ЯМР можно исследовать ядра с собственным моментом количества движения (спин ядра) и связанным с ним магнитным моментом ядра.

Вещество, исследуемое методом ЯМР, помещают одновременно в два магнитных поля – одно постоянное, а другое радиочастотное. Измерение осуществляют на ЯМР-спектрометре, основными составляющими элементами которого являются: электромагнит (в простых приборах используют постоянный магнит); генератор радиочастотного излучения; датчик, в который помещают пробирку с образцом; электронный усилитель и интегратор; самописец.

Методы ЯМР значительно производительнее по сравнению с базовыми методами 27деелиза и во многих случаях отличаются меньшей погрешностью определения, вместе с тем они требуют использования специально подготовленных образцов сравнения и иногда взвешивания пробы. Данные методы используют в основном для оценки состояния и свойств воды и жира в сырье и готовой продукции.

Масс-спектрометрия занимает особое положение среди спектроскопических методов. В строгом смысле слова этот метод не является спектрометрическим, так как вещество при 27деелизе не подвергается воздействию электромагнитного излучения. Этот метод получил свое название из-за формального сходства и графического изображения масс-спектров со спектрами спектроскопических методов. Масс-спектроскопия основана на изучении тока от фрагментов ионов, полученных из нейтральных молекул вещества путем воздействия на них пучка электронов.

Метод масс-спектрометрии применяют в научно-исследовательской практике для 27деентификации соединений и установления строения неизвестных веществ, точного определения молекулярной массы, определения элементного состава, анализа следовых количеств биологически активных соединений, определения аминокислотной последовательности пептидов, анализа многокомпонентных смесей и т.п.

*Рефрактометрия и поляриметрия*

Рефрактометрический и поляриметрический оптические методы широко используют в практике анализа пищевых продуктов.

При прохождении через поверхность раздела двух сред световой луч отклоняется от первоначального направления, т.е. преломляется. Величина угла отклонения зависит от концентрации и температуры среды. Угол падения и преломления связан соотношением, которое называется показателем преломления. Рефрактометрия основана на измерении показателя преломления.

Некоторые вещества обладают оптической активностью. Они способны вращать плоскость поляризованного луча. Метод поляриметрии основан на определении угла вращения поляризованного луча.

#### *Рефрактометрия*

Если монохроматический луч  $A$  проходит через поверхность раздела двух сред, то одна часть света  $A'$  отражается от поверхности раздела, а другая часть  $B$  проходит через вторую среду, изменяя при этом направление (рисунок 1). Эту часть монохроматического света называют преломленным светом. Преломление луча света описывается законом Снелля:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол падения, град;  
 $\beta$  – угол преломления, град;  
 $n_1, n_2$  – показатель преломления 1-й и 2-й сред.

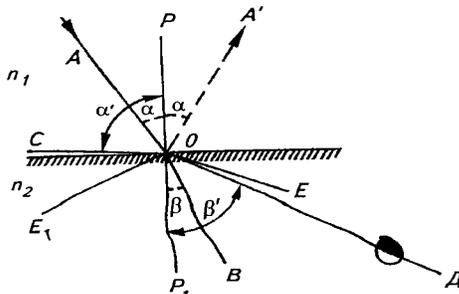


Рисунок 1 – Схема преломления лучей света

Метод рефрактометрии основан на определении показателя преломления (рефракции). Показатель преломления зависит от температуры и концентрации раствора, а также от длины волны проходящего света.

Так как показатель преломления зависит от такого фактора, как температура, поэтому рефрактометрические измерения принято выполнять при температуре 20°C. При отклонении температуры от 20°C вводят соответствующие температурные поправки.

Для измерения показателя преломления жидких веществ и растворов применяют приборы, называемые рефрактометрами. Большинство рефрактометров устроено так, что исследуемое вещество помещается между двумя призмами (двумя половинами призмы). Свет, пропущенный через призму, преломляясь или отражаясь от границы раздела сред (призма-вещество), освещает только часть шкалы, образуя достаточно резкую границу света и тени. Положение этой границы на шкале зависит от угла полного внутреннего отражения исследуемого вещества. На шкале указаны показатели преломления, соответствующие различным значениям угла полного внутреннего отражения.

Для определения составных частей сырья и готовой продукции используют различные рефрактометры ИРФ-454, ИРФ-464 и др.

Все измерения проводят в белом свете. Показатель преломления прозрачных сред определяют в проходящем свете, а полупрозрачных – в отраженном.

Рефрактометрию широко применяют при установлении концентрации углеводов в различных продуктах, массовой доли сухих веществ. Этим методом пользуются также для количественного определения жиров в пищевых продуктах, для пофазного контроля в процессе производства пищевых продуктов – кондитерских, напитков, некоторых видов консервов и т.д.

#### *Поляриметрия*

Атомы молекул некоторых веществ способны поляризоваться, т.е. приобретать дипольный момент в электрическом поле. Поляризация атомов обусловлена смещением в молекуле атомов разного типа, что связано с несимметричным распределением в молекуле электронной плотности – ассиметрические атомы. Вещества, содержащие такие атомы, обладают оптической активностью. Они способны вызывать вращение плоскости поляризации проходящего через исследуемое вещество света. Метод исследования веществ, основанный на измерении величины угла вращения плоскости поляризации света при прохождении его через оптически активные вещества, называется поляриметрией. Величина такого вращения в растворах зависит от их концентрации, поэтому поляриметрию широко применяют для измерения концентрации оптически активных веществ, например сахаров.

Вещества, обладающие свойством изменять направление колебаний при прохождении через них поляризованного света, называются оптически анизотропными, или оптически активными.

Оптическая активность веществ обусловлена особенностями строения кристаллической решетки – в этом случае вещества проявляют оптическую активность только в твердом кристаллическом состоянии, или особенностями строения молекул – оптическая активность таких веществ проявляется только в растворах.

К веществам последней группы относятся главным образом такие органические вещества, как сахароза, фруктоза, глюкоза, винная кислота. Поляриметрический метод разработан для количественного определения веществ именно этой группы.

Оптическая активность вещества характеризуется удельным вращением, под которым понимается угол, на который повернется плоскость поляризации при прохождении поляризованного луча через раствор, в 1 мл которого содержится 1 г растворенного вещества, при толщине слоя раствора (длине поляризационной трубки), равной 1 дм.

Под плоскостью поляризации понимается плоскость, проходящая через поляризованный луч перпендикулярно направлению его колебаний.

Удельное вращение зависит не только от природы вещества, но и от температуры, длины поляризованного света и растворителя, поэтому его принято относить к температуре 20 °С и желтой линии натрия и обозначать  $[\sigma]_D^{20}$  с указанием растворителя.

Угол вращения плоскости поляризации  $[\alpha]$  определяют по формуле

$$\alpha = [\sigma] \frac{l \cdot c}{100}, \quad (2)$$

где  $l$  – длина трубки, дм;  
 $c$  – концентрация вещества, г/100 мл;  
 $\sigma$  – удельное вращение, град.

Пользуясь формулой (4), вычисляем количество вещества в граммах, содержащееся в 100 мл раствора, т.е. концентрацию ( $c$ ).

$$c = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot [\sigma]}, \quad (3)$$

Исследования методом поляриметрии осуществляют с помощью прибора поляриметра или его разновидностью сахариметра, с помощью которого можно определять содержание сахарозы в растворе неизвестной концентрации без предварительного взятия навески.

### *Хроматография*

Хроматографические методы широко применяют при исследовании состава и свойств пищевых продуктов. Они позволяют проводить исследования, не выполнимые другими инструментальными методами.

В основе хроматографических методов лежит широкий круг физико-химических процессов: распределение, адсорбция, ионный обмен, диффузия, комплексообразование и др.

В зависимости от природы процесса, обуславливающего механизм разделения, т.е. от типа взаимодействия между компонентами разделяемой смеси, подвижной и неподвижной фазами различают следующие основные варианты хроматографии: распределительную, адсорбционную, ионообменную и гель-фильтрационную.

Хроматографические методы также принято классифицировать в соответствии с выбранным типом подвижной и неподвижной фаз. Газовая хроматография (ГХ) объединяет те методы, в которых подвижной фазой является газ; жидкостная хроматография (ЖХ) – методы, в которых подвижной фазой служит жидкость.

В зависимости от агрегатного состояния обеих фаз различают следующие виды хроматографии: твердо-жидкостную хроматографию (ТЖХ), жидкость-жидкостную (ЖЖХ), газо-адсорбционную (ГАХ), газо-жидкостную (ГЖХ).

В настоящее время преимущественное развитие получила газовая хроматография (ГХ), чему способствовало создание чувствительных и универсальных газовых хроматографов с автоматическим детектированием. Этот метод предназначен для разделения и анализа летучих (в том числе и летучих при высоких температурах) соединений. На сегодняшний день – это один из наиболее эффективных способов анализа органических компонентов. Применяется при контроле качества, сертификации продукции, технологическом контроле и экологической безопасности.

Метод ГХ хорошо поддается автоматизации, в чем его неоспоримое преимущество перед другими современными физико-химическими исследованиями. Будучи одновременно и качественным и количественным методом анализа сложных смесей различных органических и неорганических соединений, ГХ используется и для комплексного изучения пищевых продуктов.

Газовая хроматография отличается от других хроматографических методов тем, что газ используется как подвижная фаза, а растворенное вещество перемещается по колонке в виде газа или пара, частично растворенного или адсорбированного в неподвижной фазе.

Разделение компонентов смеси основано на различной адсорбируемости или растворимости анализируемых компонентов при движении их газообразной смеси вдоль поверхности твердого тела или неподвижной жидкости в колонке.

При прохождении через колонку отдельные компоненты улавливаются (адсорбируются) активным адсорбентом или растворяются в пленке неподвижной жидкой фазы, нанесенной на поверхность инертного носителя. В результате неодинаковой адсорбируемости или различного взаимодействия с жидкой фазой компоненты смеси продвигаются по колонке с различными скоростями. Движение молекул веществ, обладающих более высокой сорбируемостью в жидкой фазе, замедляется, а неадсорбируемые или нерастворимые компоненты выходят из колонки первыми.

#### *Реологические методы исследования*

Пищевое сырье растительного и животного происхождения при заготовке (уборка урожая, убой скота, лов рыбы и т.д.), транспортировании, хранении и особенно при переработке в продукты питания подвергается различным механическим воздействиям. При этом производственные процессы должны быть организованы так, чтобы обеспечить максимально высокий уровень качества готовой продукции. Успешному решению этой задачи способствует знание реологических свойств и текстуры пищевых продуктов.

Пищевое сырье, полуфабрикаты и продукты относятся к реальным телам, которые обладают упругостью, пластичностью и вязкостью. В зависимости от вида, продолжительности и скорости нагружения реального тела некоторые из реологических свойств проявляются осо-

бенно ярко, в то время как другие едва заметны, и поэтому при выбранном нагружении ими можно пренебречь. Для инструментального определения реологических характеристик наиболее пригодны простой сдвиг (сдвиговое течение), одноосное растяжение и одноосное сжатие (компрессия).

Наиболее сложными реологическими свойствами обладают высококонцентрированные дисперсные системы с пространственными структурами.

По классификации, предложенной академиком П.А. Ребиндером структуры дисперсных систем в состоянии термодинамического равновесия, делятся на две группы:

1 – коагуляционные структуры, в которых взаимодействие между элементами происходит через тонкий слой дисперсионной среды и обусловлено силами Ван-дер-Ваальса (эти структуры могут проявлять свойства ньютоновских жидкостей (тиксотропию, пластичность, а также способны сильно изменять свои свойства при нагреве, введении ПАВ и других факторов);

2 – конденсационно-кристаллизационные структуры, которые возникают при сцеплении однотипных элементов на границе раздела фаз. Такие структуры обладают относительно высокой прочностью, упругостью и хрупкостью. После разрушения они не восстанавливаются.

Под действием внешней нагрузки в любом продукте возникают деформации и напряжения, которые зависят от состава и строения выбранных объектов исследования, являясь мерой сил внутреннего взаимодействия между элементами их структуры.

Структурно-механические характеристики (СМХ) используют для оценки консистенции продукта как одного из основных показателей его качества. Оценка консистенции продукта осуществляется либо путем измерения СМХ на специальных приборах (реометрах), либо путем сенсорной (органолептической) оценки, т.е. субъективной оценки сопротивляемости и деформации продукта.

Таблица 2 – Типы дисперсных систем пищевых продуктов

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Дисперсная система	Продукт (в том числе сырье, полуфабрикат)
Газ	Жидкость	Жидкий аэрозоль	Экстракт кофе при распылительной сушке
	Твердое тело	Твердый аэрозоль	Мука при пневмотранспортировании
Жидкость	Газ	Пена	Белковая пена
	Жидкость	Эмульсия	Молоко, майонез
	Твердое тело	Золь	Какао-масса
Суспензия		Фруктовый сок	
Твердое тело	Газ	Твердая пена, пористое твердое тело	Мороженое, безе, сухари
	Жидкость	Твердая эмульсия	Масло, маргарин
		Пористое твердое тело, заполненное жидкостью	Овощи, фрукты
Твердое тело	Твердое тело	Твердая суспензия	Макаронные изделия, шоколад, карамель

Сенсорная оценка консистенции, которую можно характеризовать как эмпирическую характеристику деформационного поведения продукта, была известна до широкого приме-

ния реологического анализа и используется до настоящего времени. Однако результаты сенсорной оценки зависят от квалификации дегустатора, тщательности проведения контроля с условием выполнения определенных правил, гарантирующих точность и воспроизводимость результатов, и при отсутствии специально подобранных и обученных экспертов, часто носят субъективный характер.

Таблица 3 – Сложные дисперсные системы пищевых продуктов

Продукт	Дисперсная фаза	Дисперсионная среда
Шоколад	Кристаллы сахара, твердые частицы какао, пузырьки воздуха	Кристаллическая форма какао-масла
Мороженое	Пузырьки воздуха, капельки жира, белковые макромолекулы	Кристаллическая воднистая фаза
Мякиш хлеба	Пузырьки воздуха, частично кристаллические молекулы крахмала, частицы отрубей	Крахмальный и белковый гель
Фрукты, овощи, картофель, зерно, масличные семена	Капельки жидкости, пузырьки воздуха, крахмальные зерна	Целлюлоза, белковая оболочка
Мясо	Капельки жидкости, кости, капельки жира	Белковые макромолекулы

Оценку консистенции продукта инструментальными методами (измеряя его СМХ) проводят следующим образом:

1. В зависимости от видов и интенсивности механического воздействия (нагружения во времени) определяют различные СМХ, из которых выбирают наиболее чувствительную к изменению структуры продукта при его деформации. Выбранная СМ является реологическим показателем консистенции (измеряемой величиной) для данного продукта.

2. Предварительно проводят определение «эталонного» значения СМХ для каждого вида продукта по существующим методикам оценки качества продукта. При этом в качестве «эталонного» принимают значение СМХ продукта высшего качества.

3. Сравнивают величину выбранного реологического показателя для исследуемого образца продукта с «эталонным» для него значением СМХ и по их разности судят о консистенции продукта.

Реометрия имеет целью определить все наиболее существенные реологические константы посредством специального механического воздействия на исследуемое тело.

Так как не всегда при определенном виде деформации тела одновременно появляются все его реологические свойства, то для полной количественной оценки реологических свойств тела необходимо применять различные методы нагружения. Инструментальное определение реологических констант требует правильного выбора методов измерений и приборов (реометров). Большинство приборов, их теория действия и примерный спектр изучаемых материалов широко освещены в справочной литературе.

В зависимости от поставленной задачи полученные результаты могут быть использованы для определения качества готового продукта, регулирования параметров технологического процесса производства, служить исходными данными при конструировании технологического оборудования и т.п.

### Практическое задание:

1. Определить содержание основных пищевых веществ нового продукта (белки, липиды, углеводы, минеральные вещества, витамины).

### Контрольные вопросы

1. Что такое экспертный метод. Привести примеры.
2. Какие методы называются биологическими?
3. Какие свойства продукции определяют органолептическими методами?
4. Основные правила отбора проб и подготовка их к анализу.
5. Химические, физические и физико-химические методы исследования.
6. Плотность продукта, какие методы используют для определения плотности?
7. Сущность и классификация спектральных методов анализа.
8. Методы рефрактометрии и поляриметрии. Приборы, используемые при исследовании данными методами.
9. Хроматографические методы определения, сущность и классификация.
10. Какие методы используют для определения содержания влаги и массовой доли сухих веществ.
11. Методы исследования белка и биологической ценности, их сущность.
12. Какие методы применяют для исследования состава и количества липидов в пищевых продуктах.

## Часть 2 Методы математической статистики, корреляционный анализ, уравнение регрессии

### Теоретическая часть

При выполнении курсовых и дипломных работ бакалавр сталкивается с большим объемом графических построений и трудоемкими процедурами статистической обработки результатов: корреляционный анализ, регрессионный анализ, интерполяция и экстраполяция данных, аппроксимация, построение гистограмм, генерирование случайных чисел и т.д.

Данные физико-механических, физико-химических и биохимических исследований включают некоторые ошибки или погрешности измерения, оценки результатов и их записи.

*Расчет среднего арифметического* как наиболее близкого к истинному значению измеряемой величины:

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n X_i}{n}, \quad (4)$$

где  $X_i$  – результат отдельного измерения;

$\bar{X}$  – среднее арифметическое;

$n$  – количество измерений.

### *Определение стандартного квадратичного отклонения*

Для характеристики разброса значений принято пользоваться стандартным квадратичным отклонением, которое выражается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (5)$$

Если  $n < 20$ , стандартное квадратичное отклонение обозначают как  $S$ . Практически при определении различных показателей количество измерений обычно меньше 20, поэтому в большинстве случаев определяют  $S$ .

### *Определение ошибки среднего арифметического*

Величина ошибки среднего арифметического дает нам те пределы, в которых может заключаться истинное значение среднего арифметического изучаемого явления и рассчитывается по формуле:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Таким образом, полное значение среднего арифметического, учитывая его ошибку, будет:

$$\bar{X} \pm S_x \quad (7)$$

*Определение доверительного интервала среднеарифметического значения*

Доверительным интервалом называют величину, которая соответствует истинному значению средней арифметической при заданном значении вероятности (надежности) определения:

$$\bar{X} \pm \varepsilon_{ан} \quad (8)$$

Величину  $\varepsilon_{ан}$  находят по формуле:

$$\varepsilon_{ан} = t_{ан} \cdot S_x \quad (9)$$

где  $t_{ан}$  – критерий Стьюдента, величина которого зависит от заранее заданной надежности  $\alpha$  (надежность определений может находиться в пределах 90-95 %) и числа определений (проработок)  $n$ . Величину критерия Стьюдента находят по таблице 4.

Таблица 4 – Значение критерия Стьюдента

n/ $\alpha$	3	4	5	6	7	8	9	10	15
0,95	4,303	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,145
0,90	2,920	2,353	2,132	2,015	1,943	1,895	1,860	1,833	1,761

Для определения достоверности проделанной математической обработки рассчитывают *вариационный коэффициент, степень надежности среднего арифметического, показатель точности опыта (ошибку опыта)*.

Стандартное квадратичное отклонение является одним из основных статистических показателей, характеризующих значимость средней арифметической и степень вариабельности отдельных результатов. Для получения наглядного представления о существенности разброса вычисляется *вариационный коэффициент*:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100, \quad (10)$$

где  $V$  – вариационный коэффициент;

$\bar{X}$  – среднее арифметическое;

$S$  – стандартное квадратичное отклонение.

Вариационный коэффициент, выраженный в процентах, является показателем относительного разброса результатов опыта.

При нормальном распределении коэффициент вариации обычно не превышает 45-50 % и часто бывает гораздо ниже этого уровня.

Определение ошибки среднего арифметического имеет важное практическое значение при оценке результатов опыта или наблюдений и, в первую очередь, для установления *надежности среднего арифметического* является при этом не величина его ошибки, а соотношение между  $\bar{X}$  и  $S_x$ , то есть:

$$T = \frac{\bar{X}}{S_x}, \quad (11)$$

где  $T$  – степень надежности среднего арифметического;  
 $X$  – среднее арифметическое значение;  
 $S_x$  – ошибка среднего арифметического.

Если найденная величина  $T > 3$ , то среднее считается надежным.

Величина ошибки среднего арифметического используется также для расчета *показателя точности (ошибки) опыта*, если исследования проведены на одном и том же объекте. Он определяется по формуле:

$$P_t = \frac{S_x}{X} \cdot 100, \% \quad (12)$$

Для облегчения расчетов целесообразно все данные занести в таблицу следующей формы:

Таблица 5 – Математическая обработка результатов измерений

Кол-во опытов, $n$	Значение $i$ -го показателя, $x_i$	Среднее арифметическое, $\bar{x}$	Отклонение, $x_i - \bar{x}$	Квадрат отклонений $(x_i - \bar{x})^2$	Стандартное квадратичное отклонение, $S$	Ошибка среднего арифметического, $S_x$	Доверительный интервал, $\varepsilon_{ан}$	Показатель точности опыта, $P_t$	Коэффициент вариации, $V$	Степень надежности среднего арифметического, $T$
1										
2										
3										
4										
5										

#### Проведение корреляционного анализа

В ряде случаев в эксперименте необходимо определить связь между двумя признаками. При этом возможна прямая связь, когда с увеличением одного признака возрастает и величина другого.

Для количественного выражения прямой или обратной связи между признаками, для определения степени достоверности этой связи вычисляют коэффициент корреляции  $r$  по формуле:

$$r = \frac{\sum d_1 \cdot d_2}{n \cdot S_1 \cdot S_2}, \quad (13)$$

где  $d_1 = (x_i - \bar{x})$  – отклонение отдельных результатов первого признака от среднеарифметического значения;

$d_2 = (y_i - \bar{y})$  – отклонение отдельных результатов второго признака от среднеарифметического значения;

$n$  – число исследований;

$S_1, S_2$  – среднее (стандартное) квадратное отклонение первого и второго признаков.

Перемножение отклонений  $d_1$  и  $d_2$  производят с учетом их знаков и полученные результаты суммируют также с учетом знаков.

Коэффициент корреляции может иметь колебания от -1 до +1. При  $r = -1$  корреляционная зависимость между признаками является обратной; при  $r = +1$  имеет место прямая корреляционная зависимость. В случае, если  $r = 0$ , корреляционной связи между признаками нет.

Для выявления достоверности степени корреляции между признаками вычисляют среднюю ошибку коэффициента корреляции по формуле:

$$S_r = \pm \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}, \quad (14)$$

где  $S_r$  – средняя ошибка коэффициента корреляции.

Найденная величина средней ошибки коэффициента корреляции позволяет рассчитать показатель существенности разности  $t$  по формуле:

$$t = \frac{r}{S_r}. \quad (15)$$

По полученному значению  $t$  с помощью таблицы Стьюдента находят значение  $P$  (вероятность возможной ошибки), по которому и оценивают вероятность достоверности корреляционной связи между признаками. Обычно в эксперименте результат расценивается как достоверный, начиная со значений  $P < 0,05$ , т.е. в тех случаях, когда вероятность правильности результата больше 95%. Для определения  $P$  сначала находят величину степени свободы  $n$ , при сравнении двух рядов степень свободы вычисляется по формуле:

$$n = n_1 + n_2 - 2 \quad (16)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  – число наблюдений в рядах.

Из таблицы Стьюдента (таблица 6) определяем, что при расчетных значениях  $t$  и  $n$ ,  $P$  находится в искомым пределах.

Таблица 6 – Показатели существенности разности Стьюдента ( $t$ ).

$n/P$	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	637,59
4	0,741	1,532	2,132	2,776	3,747	4,604	8,61
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,86
6	0,718	1,440	1,913	2,247	3,143	3,707	5,96
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,31
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,04
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,78
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,59

Для облегчения расчетов целесообразно все данные занести в таблицу следующей формы:

Таблица 7 – Корреляционный анализ результатов измерений

Количество опытов $n$	Значение $i$ -го показателя первого признака $x_i$	Отклонение от ср. ариф. $d_1 = x_i - \bar{x}$	Стандартное отклонение $S_1(S_x)$	Значение $i$ -го показателя второго признака $y_i$	Отклонение от ср. ариф. $d_2 = y_i - \bar{y}$	Стандартное отклонение $S_2(S_y)$	Произведение отклонений $d_1 \cdot d_2$	Коэффициент корреляции $r$	Вероятность возможной ошибки $P$
1									

2									
3									
4									
5									

### Линейная регрессия. Выполнение регрессии

Другой широко распространенной задачей обработки данных является представление их совокупности некоторой функцией  $y(x)$ . Задача регрессии заключается в получении параметров этой функции такими, чтобы функция приближала «облако» исходных точек (заданных векторами  $VX$  и  $VY$ ) с наименьшей среднеквадратичной погрешностью.

#### Выполнение линейной регрессии

Чаще всего используется линейная регрессия, при которой функция  $y(x)$  имеет вид  $y(x) = a + b \cdot x$  и описывает отрезок прямой. К линейной регрессии можно свести многие виды нелинейной регрессии при зависимостях вида  $y(x)$ .

Для проведения линейной регрессии в систему встроен ряд приведенных ниже функций:

- $\text{corr}(VX, VY)$  – возвращает скаляр – коэффициент корреляции Пирсона;
- $\text{intercpt}(VX, VY)$  – возвращает значение параметра  $a$  (смещение линии регрессии по вертикали);
- $\text{slope}(VX, VY)$  – возвращает значение параметра  $b$  (угловой коэффициент линии регрессии).

Многие научные исследования включают измерение какой-либо зависимой переменной  $y$  как функции независимой контролируемой переменной  $x$ .

Например,  $y$  может быть содержание влаги, а  $x$  обычно представляет собой время (продолжительность хранения) и т.д.

Анализ таких переменных называется регрессивным, а получаемая зависимость – линейной регрессии.

Функция (линия регрессии) должна иметь вид  $y = ax + b$ . Коэффициенты уравнения линейной регрессии рассчитываются по формулам:

$$a = \frac{n \sum Y_i X_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (17)$$

На рис. 2 показан пример проведения линейной регрессии для данных, представленных значениями элементов в векторах  $VX$  и  $VY$ .

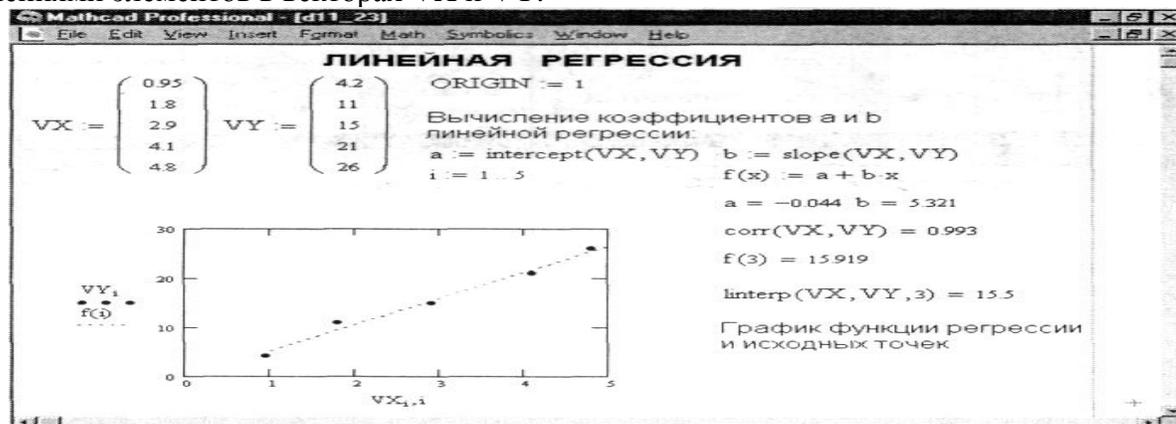


Рисунок 2 – Линейная регрессия

Как видно на рис. 1, прямая регрессии проходит в «облаке» исходных точек с максимальным среднеквадратичным приближением к ним. Чем ближе коэффициент корреляции к 1, тем точнее представленная исходными точками зависимость приближается к линейной.

*Реализация линейной регрессии общего вида*

В Mathcad 8.0/2000 реализована возможность выполнения линейной регрессии общего вида. При ней заданная совокупность точек приближается к функции вида:

$$F(x, K_1, K_2 \dots K_n) = K_1 - F_1(x) + K_2 - F_2(x) + \dots + K_n - F_n(x)$$

Таким образом, функция регрессии является линейной комбинацией функций  $F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x)$ , причем сами эти функции могут быть нелинейными, что резко расширяет возможности такой аппроксимации и распространяет ее на нелинейные функции.

Для реализации линейной регрессии общего вида используется следующая функция:  $\text{linfit}(VX, VY, F)$

Она возвращает вектор коэффициентов линейной регрессии общего вида  $K$ , при котором среднеквадратичная погрешность приближения «облака» исходных точек, координаты которых хранятся в векторах  $VX$  и  $VY$ , оказывается минимальной. Вектор  $F$  должен содержать функции  $F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x)$ , записанные в символьном виде.

Рисунок 3 поясняет проведение линейной регрессии общего вида с применением функции  $\text{linfit}$ . Процедура проведения вычислений настолько проста, что не нуждается в особых комментариях.

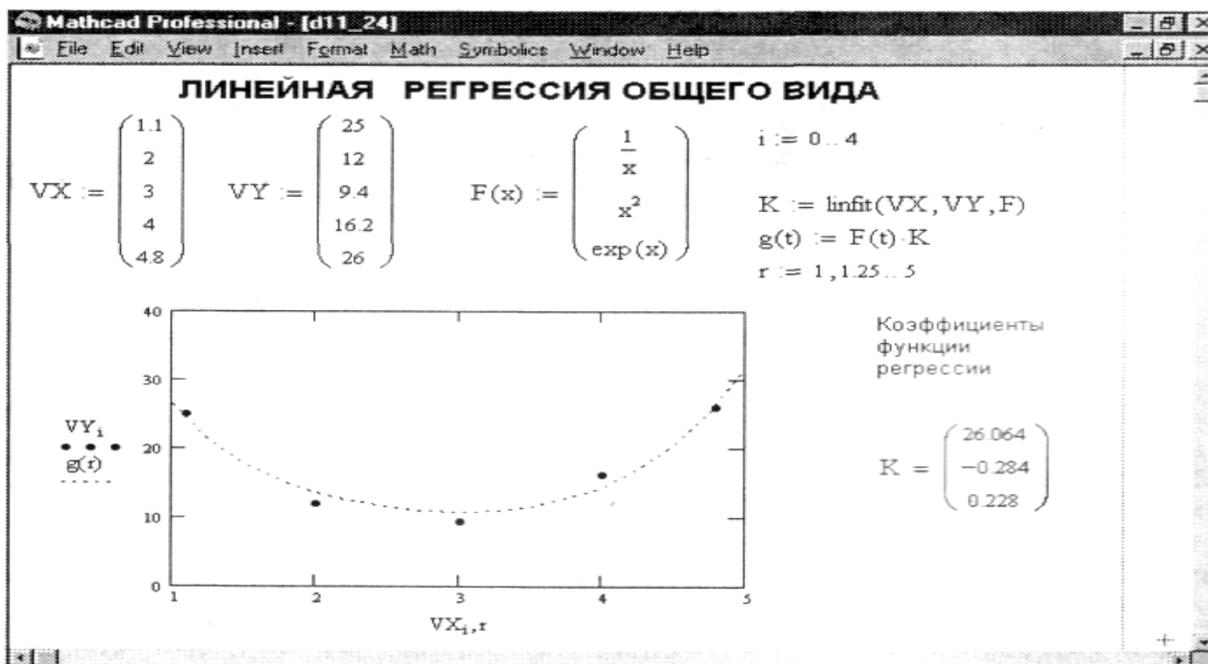


Рисунок 3 – Пример проведения линейной регрессии общего вида

Расположение координат точек исходного массива может быть любым, но вектор  $VX$  должен содержать координаты, упорядоченные в порядке их возрастания. Вектор  $VY$  должен содержать координаты, соответствующие абсциссам в векторе  $VX$ .

Данные расчетов легко произвести, пользуясь программой компьютера «Мастер функций».

Графическое изображение результатов исследований можно осуществить по программе IBM PS AT - 386.-486, в среде WINDOWS, средствами табличного процессора Excel 5.0.

### **Практическое задание:**

1. Провести математико-статистическую обработку результатов исследований.
2. Рассчитать коэффициенты корреляции между взаимозависимыми показателями.
3. Составить уравнения регрессии.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью выполняется математическая обработка результатов измерений?
2. Математический смысл стандартного квадратичного отклонения?
3. Что понимают под доверительным интервалом, от чего зависит его значение?
4. Какие пределы определяет ошибка среднего арифметического?
5. Какими показателями определяется достоверность проделанной математической обработки?
6. Каким образом можно определить связь между двумя признаками
7. Как определить степень достоверности коэффициента корреляции?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

**Тема: Расчет стоимости нового пищевого продукта. Расчет экономической эффективности научной разработки**

**Цель работы:** определить стоимость нового пищевого продукта, установить экономический эффект научной разработки.

**В результате освоения темы** формируются знания в области научной технологии производства блюд и изделий.

**Формируется часть компетенции УК-2** – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Средства обучения:** СанПиН 1078-01, Технические регламенты Таможенного союза

**Материальное обеспечение:** компьютеры

### **1. Теоретическая часть**

#### **1.1 Коммерциализуемость научно-технических результатов (пример описания предлагаемой разработки)**

При коммерциализации предлагаемой разработки планируется решить следующие задачи:

- повышение рентабельности производства мучных кулинарных изделий с мясом и снижение их себестоимости путем замены части мясного фарша на растительное сырье;
- сравнительная оценка органолептических, физико-химических, микробиологических показателей и пищевой ценности мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной кухни с отечественными аналогами.

Предлагаемым целевым рынком мясных полуфабрикатов в тесте, т.е. рынком, на котором реально возможна продажа мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной кухни, могут быть оптовая и розничная торговая сеть, предприятия общественного питания, специализированные магазины.

Преимущества разрабатываемых мучных кулинарных изделий калмыцкой национальной кухни с заменой части сырья на растительный компонент по сравнению с пельменями следующие:

- использование натурального сырья;
- повышенное содержание пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ;
- пониженное содержание жира;

- низкая себестоимость;
- отсутствие глутамата натрия;
- исключение трудоемких и продолжительных стадий технологического процесса.

Известно, что сегмент пельменей – абсолютный лидер в структуре рынка замороженных полуфабрикатов. Данный вид продукции занимает 67% в стоимостном выражении. В настоящий момент увеличение потребления обеспечивается за счет жителей средних городов, постепенно включающих пельмени в свой рацион.

Ассортимент полуфабрикатов в тесте представлен огромным количеством изделий. В качестве примеров технологии, идентификации и экспертизы рассматриваемой группы продуктов приводятся последние разработки ВНИИМП, основные положения которых можно применять в отношении ассортимента других полуфабрикатов в тесте. Нормативным документом ТУ 9214-554-00419779-00 (и соответствующей технологической инструкцией) определены требования к производству и качеству замороженных полуфабрикатов в тесте, вырабатываемых в ассортименте по следующим наименованиям:

- пельмени: Русские, Сибирские, Иркутские, Закусочные, Столовые, Столичные, Останкинские, Крестьянские, Мясораствительные, Таежные, Даниловские;
- палочки мясные: Столичные, Сельские;
- манты: Южные, Каспийские;
- хинкали: Сочинские, Сухумские.

За прототип принят способ получения пельменей «Русские». Рецепт фарша пельменей включает традиционный набор мясного сырья, лука, специй без добавления растительных и мясных животных белков. Органолептические характеристики (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция, сочность) должны соответствовать традициям, в том числе национальным, представлениям потребителя о данном продукте и его запросам.

К недостаткам прототипа можно отнести низкие диетические свойства продукта за счет высокого содержания жира и недостаточного содержания пищевых волокон и витаминов.

Основные отличия мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной с заменой части сырья на растительный компонент от подобных пельменей заключаются в следующем: это абсолютно натуральный продукт – в их составе нет ароматизаторов и красителей. Мучные кулинарные изделия с мясом калмыцкой национальной кухни с заменой части сырья на растительный компонент имеют нежную и сочную консистенцию, с легким ароматом и вкусом свежих овощей (тыквы, петрушки, моркови). Данный вид продукта выработан из сырья, отвечающего требованиям нормативных документов. Таким образом, мучные кулинарные изделия с мясом калмыцкой национальной кухни с заменой части сырья на растительный компонент по органолептическим показателям не уступает подобным видам продукции.

До настоящего времени не проводилось исследовательских работ по разработке рецептур и технологий приготовления мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной кухни обогащенных пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами, отсутствовала товароведная их оценка. Все эти факторы затрудняли использование мучных кулинарных изделий с мясом и растительными добавками в питании населения.

Предприятия по производству мясных полуфабрикатов в тесте имеют отделы по контролю качества, достаточно оснащенные оборудованием, измерительными приборами, реактивами. Они могут оформлять производимые мучные кулинарные изделия с мясом калмыцкой национальной кухни с заменой части сырья на продукты переработки растительного сырья (овощные сок и мезга) декларацией о соответствии качества, либо заключать договор с ближайшим Ростовским окружным центром сертификации на получение сертификата качества. Организованное малое предприятие сможет заключить договор с Госсанэпиднадзором на получение сертификата качества мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной кухни для пищевых целей.

Стратегия коммерциализации заключается в том, что в первый год существования проекта проводятся экспериментальные технологические, физико-химические и органолептические исследования по производству мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной кухни с заменой части сырья на растительный компонент и оценке их свойств и пищевой ценности.

*В последующие годы коммерциализация заключается в следующем:*

– осуществление «раскрутки» проекта (затраты на рекламу, подготовка методических и научных материалов, переподготовка специалистов, решение вопросов оформления декларации о соответствии, сертификата качества, лицензии на производство и реализацию, подготовка помещений и т.д.);

– чтение специальных лекций для работников пищевых производств, работников розничной и оптовой торговли, специалистов контролирующих организаций;

– проведение презентаций по заказу фирм;

– проведение конференций;

– организация выставок новых технологий (платная реклама);

– оказание помощи в проведении рекламных акций;

– реализация печатной продукции (пособия, рекомендации, проспекты);

– консультирование, составление бизнес-планов для торговых и пищевых предприятий.

*Бизнес-модель:*

– разработка бизнес-плана для предприятий по производству мясных рубленых полуфабрикатов в тесте г. Кисловодска, г. Георгиевска, г. Буденновска, и др.

Задачи бизнес-плана заключаются в привлечении производителей и потребителей мучных кулинарных изделий с мясом калмыцкой национальной кухни с заменой части сырья на растительный компонент к участию в проекте.

## **1.2 Расчет себестоимости мучных кулинарных изделий с мясом (пример расчета)**

Огромное значение при определении эффективности внедрения новой технологии является годовой экономический эффект. Он понимается как суммарная экономия всех ресурсов: трудовых, материальных, финансовых. Годовой экономический эффект – прибыль предприятия в результате создания и использования новой технологии.

Количественное измерение годового экономического эффекта от использования новой технологии основано на определении его величины в расчете на единицу продукции и общего объема продукции, выработанной за определенный период, расчетный год.

При внедрении новых технологий, наиболее оптимальной является та, при которой сумма всех затрат минимальна при прочих равных условиях.

Далее осуществим расчет цены, разработанных нами мучных кулинарных изделий с добавлением растительных компонентов. Затем мы подсчитаем все издержки и расходы, для установления цены добавим еще 30% от стоимости сырья и рабочей силы. Их будет достаточно для того, чтобы покрыть все издержки и получить прибыль от производства данных функциональных продуктов. Стоимость рабочей силы принимаем за 20% от стоимости сырья.

Сравнительный расчет стоимости мучных кулинарных изделий с мясом с добавлением растительных компонентов приведен в таблице 1.

Мучные кулинарные изделия с мясом отличаются повышенной биологической ценностью, так как для их производства используется качественное натуральное сырье. Стоимость овощей (тыквы, моркови, петрушки) может изменяться, в зависимости от сезонности продаж.

Таким образом, при внедрении рецептур мучных кулинарных изделий с мясом изменяемой частью приведенных затрат является стоимость сырья продукции, и, следовательно, расчет эффекта на единицу продукции.

Таблица 1 – Сравнительный расчет стоимости мучных кулинарных изделий с мясом (по состоянию на 01.01 2013 г.)

Сырье	Цена за 1 кг, руб.	Изделия с тыквой		Изделия с петрушкой		Изделия с морковью	
		Норма расхода на 1,00 кг	Стоимость, руб.	Норма расхода на 1,00 кг	Стоимость, руб.	Норма расхода на 1,00 кг	Стоимость, руб.
Мука пшеничная	25,0	0,212	5,3	0,212	5,3	0,212	5,3
Яйца, шт.	27,0 / 10 шт.	1 шт.	2,7	1 шт.	2,7	1 шт.	2,7
Масло подсолнечное	55,00/л	0,016	0,72	0,016	0,72	0,016	0,72
Баранина	280,00	0,435	78,30	0,435	78,30	0,435	78,30
Жир бараний	50,00	0,06	3,00	0,06	3,00	0,06	3,00
Лук репчатый	10,00	0,05	0,50	0,04	0,50	0,04	0,50
Тыква	10,00	0,350	3,50	-	-	-	-
Морковь	12,00	-	-	-	-	0,350	4,20
Петрушка зеленая	80,00	-	-	0,350	28,00	-	-
Соль поваренная	10,00	0,015	0,15	0,015	0,15	0,015	0,15
Перец черный молотый	70,00	0,0005	0,035	0,0005	0,035	0,0005	0,035
Выход		1,000	94,00	1,000	118,70	1,000	94,70
Стоимость сырья (СС)		94,00		118,70		94,70	
Стоимость рабочей силы, 30% от СС		18,80		35,40		18,94	
Надбавка, 20%	—	5,64		7,70		5,68	
<b>Цена</b>		<b>118,44</b>		<b>161,80</b>		<b>119,32</b>	

При этом экономическая эффективность от внедрения новых видов продукции при производстве 1000 условных изделий составит:

$$Э_{1000 \text{ г}} = C_6 - C_i \quad (1)$$

где  $C_6$  – стоимость базового варианта, (руб);

$C_i$  – стоимость предлагаемого ( $i$ -го) варианта.

Подставляя значения себестоимости различных вариантов из таблицы 33 получим значения экономической эффективности и, на основании полученных результатов, составим таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет экономической эффективности

Варианты		Текущие затраты, руб.	Экономическая эффек- тивность, руб.
Базовый		180	-
Внедряемые	1	118.44	61.56
	2	161.80	18.20
	3	119.32	60.68

1 – Изделия с тыквой;

2 – Изделия с петрушкой;

3 – Изделия с морковью.

Прибыль от производства и реализации мучных кулинарных изделий с мясом составляет от 18,00 до 61,68 руб. на 1 кг. изделия. Социально – экономическая эффективность от внедрения новых рецептур выражается также:

- повышением пищевой и биологической ценности;
- расширением ассортимента;
- снижением калорийности по сравнению с базовым изделием;
- повышением содержания витаминов С, β-каротина;
- расширением спектра использования при лечебном питании.

В результате проведения сравнительного расчета стоимости мучных кулинарных изделий с мясом было выяснено, что цена полуфабрикатов с тыквой составляет 118.44 руб., с петрушкой – 161.80 руб. и с морковью – 119.32 руб.

#### **Практическое задание:**

1. Провести расчет стоимости нового продукта, разработанного Вами.
2. Провести расчет экономической эффективности от внедрения новых видов продукции.

#### **Контрольные вопросы**

1. Повышение рентабельности производства.
2. В чем заключается стратегия коммерциализации?
3. Выбор прототипа и недостатки прототипа.
4. Оформление декларации о соответствии.
5. Оформление сертификата качества.
6. Оформление лицензии на производство.
7. Разработка бизнес-плана для предприятий.
8. Методика расчета годового экономического эффекта.
9. Определение экономической эффективности от внедрения новых видов продукции.
10. В чем заключается коммерциализуемость научно-технических результатов?

## **Рекомендуемая литература**

### **Основная литература:**

1. Мокий, М.С. Методология научных исследований: учебник для магистров / М.С. Мокий, А.Л. Никифоров, В.С. Мокий ; под ред. М.С. Мокия; Гос. ун-т упр.; Рос. экон. ун-т им. Г.В. Плеханова. – М.: Юрайт, 2014. – 255 с. - (Магистр). – На учебнике гриф: Доп.УМО. – Прил.: с. 255. – Библиогр.: с. 250-254. – ISBN 978-5-9916-3094-8
2. Основы научных исследований и патентоведение: учебно-методическое пособие / - Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2013. - 228 с.; То же. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230540>
3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентоведение: учебное пособие / В.П. Алексеев, Д.В. Озёркин. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 172 с.; То же. - URL:

### **Дополнительная литература:**

1. Измерительные методы контроля показателей качества и безопасности продуктов питания. В 2 ч. Ч. 1. Продукты растительного происхождения: учеб. издание/ В.В. Шевченко [и др.] – СПб.: Троицкий мост, 2009.
2. Измерительные методы контроля показателей качества и безопасности продуктов питания. В 2 ч. Ч. 2. Продукты животного происхождения: учеб. издание/ В.В. Шевченко [и др.] – СПб.: Троицкий мост, 2009.
3. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие / М.Ф. Шкляр. – 4-е изд. - М.: Дашков и Ко, 2012. – 244 с. – (Учебные издания для бакалавров). – ISBN 978-5-394-01800-8;
4. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки. Технология, безопасность и нормативная база: ред. П. Б. Оттавей; пер. И. С. Горожанкина – СПб.: Профессия, 2010.

### **Методическая литература:**

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы проектной деятельности» для студентов по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания // Оробинская В.Н. / Пятигорск.
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы проектной деятельности» для студентов по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания // Оробинская В.Н. / Пятигорск.

### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.suharevka.ru> – Сайт технологического оборудования
2. <http://www.complexdor.ru> – Сайт базы нормативной и технической документации
3. <http://www.twirpx.com> – Сайт поиск литературы
4. <http://www.pitportal.ru> – Сайт информационного портала
5. <http://www.libgost.ru> – Сайт библиотеки Гостов и нормативных документов

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

Титульный лист оформляется в соответствии с *Приложением Б*.

Практическую работу рекомендуется представлять в объеме 1-2 печатных листа. Текст работы должен быть напечатан через 1,5 интервала на одной стороне стандартного листа белой бумаги (А-4). Текст и другие отпечатанные элементы работы должны быть черными, контуры букв и знаков - четкими, без ореола и затенения. Шрифт Times New Roman, кегель 14. Названия глав и параграфов выделяются полужирным шрифтом. Лист с текстом должен иметь поля: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм. Нумерация страниц текста делается в правом нижнем углу листа. Проставлять номер страницы необходимо со страницы, где печатается «Введение», на которой ставится цифра «3». После этого нумеруются все страницы, включая приложения. Между названием главы и названием параграфа этой главы ставится пробел равный двум интервалам, а название параграфа не должно отделяться от текста этого параграфа пробелом. Названия параграфов отделяются от текста предыдущего параграфа пробелом, равным двум интервалам. Каждая глава, а также введение, выводы, приложения и список использованной литературы начинаются с новой страницы. Слово «Глава» не пишется. Главы имеют порядковые номера в пределах всей работы, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1, 2, 3), после которых ставится точка. Заголовки глав и параграфов в тексте работы должны располагаться по центру, точку в конце названия главы и параграфа не ставят. Не допускается переносить часть слова в заголовке. Нумерация таблиц и рисунков может быть сквозной или соотноситься с номером главы и параграфа. Например, если таблица или рисунок включены в текст первого параграфа второй главы, нумерация следующая: Таблица 2.1.1., рис. 2.1.1. Последняя цифра означает порядковый номер таблицы (или рисунка) в данном параграфе. Таблица помещается в качестве следующей страницы после первого упоминания о ней в тексте.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине: «ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Выполнил:

Студент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ курса группы \_\_\_\_\_

Направление подготовки: 19.03.04

\_\_\_\_\_ формы обучения

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель работы:

\_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, кафедра)

Пятигорск, 20\_\_ г.