



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе дисциплины)  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ  
ПИТАНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки  
**19.04.03 ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

ИНСТИТУТ

агроинженерии и пищевых систем

РАЗРАБОТЧИК

кафедра технологии продуктов питания

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-2: Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции различного назначения</p> <p>ОПК-4: Способен использовать методы моделирования продуктов и проектирования технологических процессов производства продукции из сырья животного происхождения</p>	<p>ОПК-2.1: Анализирует технологические процессы с целью совершенствования производства и организует исследование по проектированию новой продукции</p> <p>ОПК-4.1: Применяет математическое моделирование при разработке нового ассортимента продуктов питания и технологий с заданными составом и свойствами</p>	<p>Математическое моделирование проектирования продуктов питания</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории вероятностей и математической статистики;</li> <li>- фундаментальные (базовые) понятия линейного программирования и компьютерной обработки данных;</li> <li>- виды моделирования и экспериментов;</li> <li>- подходы и методы математического моделирования проектирования продуктов питания из ВБР и мясного и молочного сырья;</li> <li>- методы, используемые при обработке экспериментальных данных;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переводить на математический язык проблемы, поставленные в терминах технологической науки и выполнять все необходимые расчеты;</li> <li>- осуществлять выбор проблемы, постановку задач, моделировать технологические процессы с помощью компьютерных программ;</li> <li>- планировать эксперимент и обрабатывать экспериментальные данные;</li> <li>- проводить интерпретацию полученных моделей и их проверку на адекватность;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математической логикой, необходимой для формирования суждений по соответствующим профессиональным, научным проблемам;</li> <li>- методами математического моделирования;</li> <li>- навыками вычисления статисти-</li> </ul>

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным и практическим работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачёта, соответственно относятся:

- задания по контрольной работе;
- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости;
- контрольные вопросы по дисциплине.

## **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Тестовое задание используется для оценки освоения тем дисциплины студентами очной формы обучения – знания подходов к математическому моделированию продуктов питания с заданными свойствами (Приложение № 1). Тестирование обучающихся проводится на занятиях после рассмотрения на лекциях соответствующих тем.

Тест предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из четырех предлагаемых вариантов ответа.

Оценка определяется количеством допущенных при выборе ошибок. Методические рекомендации по оценке тестовых заданий представлены в виде нижеприведенной табличной формы:

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений
80-100	отлично (зачтено)
70-79	хорошо (зачтено)
50-69	удовлетворительно (зачтено)
менее 50	не удовлетворительно

3.2 В приложении № 2 приведены типовые задания и контрольные вопросы по лабораторным и практическим работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Целью лабораторного практикума является формирование и закрепление навыков вычисления статистических показателей в MS Excel. Цель практических занятий – формирование навыков моделирования рецептур продуктов питания с помощью методов линейного программирования, а также поиска оптимальных решений и организации планирования эксперимента. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной и практической работе производится при представлении студентом отчета, ответов студента на вопросы по тематике работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знание теоретического материала соответствующей тематики получает оценку «зачтено».

#### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Контрольная работа (приложение №3), выполняемая при заочной форме обучения в первом семестре, предусматривает обобщение теоретического материала по фундаментальным вопросам математического моделирования технологических процессов при производстве продукции из ВБР. Положительная оценка («зачтено») выставляется, если получена полная информация по соответствующей тематике.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Промежуточная аттестация проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В случае не прохождения текущего контроля, студент может получить зачет на основании результатов проведения промежуточной аттестации.

4.3 В приложении № 4 приведены контрольные вопросы по дисциплине.

Оценка («зачтено», «не зачтено») зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на вопросы зачета). Критерии выставления оценок указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Система и критерии оценивания на зачёте

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только неко-	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок	2	3	4	5
	Критерий	0-40%	41-60%	61-80 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	торые из которых может связывать между собой)			

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Математическое моделирование проектирования продуктов питания» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры технологии продуктов питания (протокол № 10 от 13.04.2022 г.).

Заведующая кафедрой



И.М. Титова

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

**Вариант 1**

1 Понятия и методы теории вероятностей широко используются в процессе:

- А – реконструкции пищевого предприятия;
- Б - формировании выборки продукции для исследования;
- В – написания отчетов;
- Г – исследования показателей безопасности.

2 С помощью прикладной математической статистики проводится

- А - анализ точности и стабильности технологических процессов и статистическая оценка качества;
- Б – выбор поставщиков сырья;
- В – выбор оборудования;
- Г – органолептический контроль качества.

3 Особенно важно применять статистические методы

- А – в стадии производства;
- Б – на начальном этапе жизненного цикла продукции;
- В – на этапе обработки рекламаций;
- Г – на этапе проведения сторонней экспертизы соответствия.

4 Пространство элементарных событий - это

- А – вероятность события;
- Б – математическое ожидание;
- В - совокупность всех возможных исходов опыта;
- Г – среднее арифметическое.

5 Вероятность события - это

- А – процент ошибки;
- Б – доля дефектов;
- В - число повторений одного и того же события;
- Г - мера возможности осуществления события.

6 Условная вероятность - это

- А – когда вероятность совместного осуществления событий А и В равна произведению вероятности осуществления каждого из них в отдельности;
- Б - вероятность наступления события А, при условии наступления события В;
- В - предел частоты реализации события А;
- Г - сумме вероятностей элементарных событий, входящих в А.

7 Законом распределения дискретной случайной величины называется

- А – графическое отображение зависимостей;
- Б - взвешенная сумма значений случайной величины с весами, равными вероятностям соответствующих элементарных событий;
- В - задаваемое в любой форме соответствие между возможными значениями случайной величины и их вероятностями;

Г - результат испытаний, проводимых в одних и тех же условиях.

8 Среднеквадратичное отклонение

А - характеризует меру рассеяния данных;

Б – это величина, значение которой зависит от случая;

В – это набор событий, хотя бы одно из которых обязательно наступит в результате испытания;

Г – характеризует ряд распределения дискретной случайной величины.

9 Математическим ожиданием случайной величины называется

А - корень из дисперсии;

Б - степень точности различных оценок и прогнозов;

В – дисперсия выборки;

Г - взвешенная сумма значений случайной величины с весами, равными вероятностям соответствующих элементарных событий.

10 Правило трех сигм описывает, что

А - вероятность того, что случайная величина отклонится от своего математического ожидания на величину, большую, чем утроенное среднее квадратичное отклонение, практически равна нулю;

Б - «поток событий», т.е. последовательность событий, происходящих одно за другим в какие-то моменты времени;

В - вероятность того, что случайная величина принимает заданное значение или принадлежит к некоторому заданному интервалу;

Г - вероятность безотказной работы за определенное время.

## Вариант 2

1 Прямыми называются измерения, в результате которых

А - одновременно измеряют две или более неоднородных величины для нахождения зависимости между ними;

Б - значение исследуемой величины непосредственно показываются измерительным прибором;

В – результат выдается на экране компьютера;

Г - величина получается из расчета по формуле.

2 Неопределенность измерения – это

А - отклонение измеренного значения величины от ее «истинного» значения;

Б - вероятность, с которой большая часть значений, приписанных к измеряемой величине, попадает в заданную область;

В - сомнения в истинности полученного результата;

Г – ошибка измерения.

3 Полная абсолютная погрешность прямого измерения равна

А - квадратному корню из суммы квадратов случайной и систематической погрешностей;

Б - неопределенности, представленной в виде стандартного отклонения;

В - составляющей погрешности измерения, изменяющейся случайным образом;

Г- интервалу вокруг результата измерения, в который, как ожидается, попадает большая часть значений, приписанных к измеряемой величине.



4 Грубая ошибка - это

- А - измерение, имеющее отклонение от среднего значения, существенно превосходящее ожидаемую погрешность при заданных условиях измерения;
- Б - вероятность отклонения нулевой гипотезы, когда она на самом деле верна;
- В - утверждение, которое можно опровергнуть на основании результатов исследования;
- Г - решающее правило (метод), отвергающее или принимающее нулевую гипотезу на основе выборочных наблюдений.

5 Ошибка I рода – это

- А - вероятность остаться в рамках нулевой гипотезы, когда на самом деле она не верна;
- Б - вероятность отклонения нулевой гипотезы, когда она на самом деле верна;
- В - это решающее правило (метод), отвергающее или принимающее нулевую гипотезу на основе выборочных наблюдений;
- Г - риск потребителя.

6 t-критерий Стьюдента для независимых выборок применяется для

- А - интерпретации результатов;
- Б - сравнения трёх и более выборок одинакового объёма;
- В - проверки равенства дисперсий двух выборок.
- Г - сравнения средних значений двух независимых между собой выборок.

7 Корреляция – это

- А - статистическая взаимосвязь двух или нескольких случайных величин;
- Б - причинно-следственная взаимосвязь;
- В - зависимость между величинами, при которых одному значению одной величины отвечает одно или несколько определенных значений другой величины;
- Г - замена одних объектов другими, более простыми, но близкими к исходным.

8 Положительный коэффициент корреляции показывает... между величинами

- А - наличие обратно пропорциональной зависимости;
- Б – наличие прямопропорциональной зависимости;
- В – сильную взаимосвязь;
- Г – слабую взаимосвязь.

9 Метод линейного программирования (симплекс-метод) - это

- А – способ нахождения оптимальных параметров в Excel;
- Б - процесс создания компьютерных программ;
- В - алгоритм решения оптимизационной задачи линейного программирования путём перебора вершин выпуклого многогранника в многомерном пространстве;
- Г - многокритериальная оптимизация с применением функции желательности Харрингтона.

10 Основная задача линейного программирования – это задача...

- А - в которой фигурируют ограничения в форме неравенств;
- Б – минимума;
- В – максимума;
- Г - в которой фигурируют ограничения в форме равенств.

### Вариант 3

1 Моделирование – это

- А – апробация технологии в производственных условиях;

- Б – математические расчеты;
- В – конструкторские разработки;
- Г - исследование явлений, процессов, объектов путем построения и изучения их моделей.

2 Модель – это

- А - заменитель оригинала, обеспечивающий изучение некоторых интересующих исследователя свойств оригинала;
- Б – объект, полностью повторяющий оригинал;
- В – объект, искусственно созданный в лаборатории;
- Г – копия оригинала.

3 Метод математического моделирования обладает недостатком:

- А – решение требует затрат времени;
- Б - решение всегда носит частный характер, соответствуя фиксированным значениям параметров системы и начальных условий;
- В – необходимо длительное и трудоемкое изготовление лабораторного образца или установки;
- Г – высокие затраты на сырье, материалы, необходимые для опытных образцов.

4 Принцип осуществимости моделирования говорит о том, что

- А - вероятность осуществимости моделируемого процесса должна быть больше нуля;
- Б - вероятность осуществимости моделируемого процесса должна быть больше 30%;
- В - вероятность осуществимости моделируемого процесса должна быть больше 50%;
- Г - вероятность осуществимости моделируемого процесса должна быть больше 95%.

5 Планирование эксперимента – это

- А – описание последовательности всех операций;
- Б - выбор числа и условий протекания опытов, необходимых и достаточных для исследования объекта с заданной точностью;
- В – выбор методик исследования;
- Г - обеспечение максимизацию числа опытов

6 Элиминирующий эксперимент – это эксперимент, задача которого

- А – выявление оптимальных режимов, оптимальных составов и оптимальных параметров;
- Б - расположении их в ряд по степени влияния на исследуемый показатель процесса / продукта;
- В - в оценке влияния каждого фактора на процесс / продукт;
- Г - выявить или устранить влияние различных неоднородностей.

7 Отсеивающий эксперимент – это эксперимент, в ходе которого

- А - описываются параметры и факторы, влияющие на изучаемый процесс или продукт;
- Б – выявляются неоднородности;
- В - отбираются для исследования лишь те факторы, которые существенно влияют на процесс;
- Г – выбирается количество опытов.

8 Экстремальный эксперимент направлен на

- А - выявление оптимальных режимов, оптимальных составов и оптимальных параметров;
- Б – предсказание будущего поведения;
- В – проверку допустимых границ проведения эксперимента;
- Г - составление математической модели процесса.

9 Экстраполирующий эксперимент - это эксперимент, задача которого

А - предсказать явление, оценить, как оно будет протекать в дальнейшем;

Б - выявить или устранить влияние различных неоднородностей;

В - выявление оптимальных режимов, оптимальных составов и оптимальных параметров;

Г – отбор существенных факторов.

10 Управляющие – это те факторы, которые

А - носят случайный характер;

Б - непосредственно контролируются в продукте или по ходу технологического процесса;

В - с помощью целенаправленного изменения которых можно управлять технологическим процессом;

Г - отражают исследуемый продукт или характер процесса, но либо они не интересуют исследователя в данный момент.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ И ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

### Лабораторные занятия

*Лабораторное занятие № 1 Исследование вероятностей исхода эксперимента, распределений случайных величин.*

*Задание:*

- В магазине представлены консервы из рыбы, мяса, морепродуктов и овощей. Вероятность того, что покупатель купит консервы из мяса, равна 0,35; из рыбы – 0,23; морепродуктов – 0,22, овощей – 0,3. Какова вероятность того, что покупатель купит консервы из животного сырья?

- На предприятии работают три коптильные печи. Первая коптильная печь вырабатывает  $X_1$  % готовой продукции от суточной производительности, вторая  $X_2$  %, третья –  $X_3$  %. При этом первая коптильная печь дает  $Y_1$  % нестандартных единиц продукции, вторая  $Y_2$  %, третья  $Y_3$  %.

Определить вероятность того, что наудачу взятая со склада единица продукции:

- а. не соответствует стандарту
- б. соответствует стандарту

- На трех станках-автоматах обрабатываются однотипные детали, поступающие после обработки на общий конвейер. Первый станок дает 2% брака, второй – 7%, третий – 10%. Производительность первого станка в 3 раза больше производительности второго, а третьего – в 2 раза меньше, чем второго.

- а) Каков процент брака на конвейере?
- б) Каковы доли деталей каждого станка среди бракованных деталей на конвейере?

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое вероятность?
2. Назовите виды вероятностей.
3. Что такое независимость случайной величины?
4. Приведите примеры использования непрерывных распределений случайных величин для решения задач пищевой отрасли
5. Приведите примеры использования дискретных распределений случайных величин для решения задач пищевой отрасли.

*Лабораторное занятие № 2. Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента.*

*Задание:*

- На качество пивного сусла, о котором судят по выходу экстракта  $E$ , влияют концентрации трех ферментов: амилосубтилина ( $X_1$ ), амилоризина ( $X_2$ ) и цитороземина ( $X_3$ ). Основной фон:  $X_{10} = 0,04$  %;  $X_{20} = 1,0$  %;  $X_{30} = 1,5$  %. Интервалы варьирования для каждого фактора соответственно составляют:  $\lambda_1 = 0,02$  %;  $\lambda_2 = 0,5$  %;  $\lambda_3 = 0,5$  %. Постройте ортогональную матрицу планирования.

- Дана матрица планирования. Найдите коэффициенты линейной регрессии, запишите уравнение линейной регрессии, если известно, что исключается взаимное влияние факторов.

*Контрольные вопросы:*

1. Приведите формулу для расчета количества опытов в полном факторном эксперименте.
2. Приведите свойства полного факторного эксперимента.
3. Что такое ортогональность?
4. Какой план называют ротатабельным?
5. Как происходит построение матрицы планирования полного факторного эксперимента?

*Лабораторное занятие № 3 Построение матрицы планирования дробного факторного эксперимента.*

*Задание:*

- Постройте план эксперимента зависимости выхода биомассы от концентрации сульфата аммония  $X_1$ , диаммонийфосфата  $X_2$  и биотина  $X_3$  в питательной среде при выращивании сахаромицетов. На основании ранее выполненных исследований известен нулевой уровень изучаемых факторов:  $X_{10} = 400$  мг/л;  $X_{20} = 30$  мг/л;  $X_{30} = 1$  мкг/л. Интервалы варьирования для каждого соответственно равны:  $a_1 = 200$  мг/л;  $a_2 = 20$  мг/л;  $a_3 = 1$  мкг/л. Факторы взаимовлияют на выход биомассы.

*Контрольные вопросы:*

1. Приведите общую формулу дробного факторного эксперимента.
2. Что такое генеральная совокупность?
3. Как найти определяющий контраст?
4. Как определить оценки коэффициентов?
5. Какие взаимодействия нельзя использовать для нахождения определяющего контраста?

*Лабораторное занятие № 4 Моделирование рецептов методом линейного программирования.*

*Задание:*

-Решить задачу линейного программирования.

$$x_2 - 3x_3 + 2x_5 \rightarrow \min$$

$$x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_5 = 7$$

$$-2x_2 + 4x_3 + x_4 = 12$$

$$-4x_2 + 3x_3 + 8x_5 + x_6 = 10$$

$$x \geq 0$$

- Решить симплекс-методом задачу: для изготовления различных изделий А, В, С предприятие использует три вида сырья. Нормы расхода сырья на производство одного изделия каждого вида, цена одного изделия А, В и С, а также общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано предприятием, приведены в табл. Изделия А, В и С могут производиться в любых соотношениях (сбыт обеспечен), но производство ограничено выделенным предприятию сырьем каждого вида. Составить план производства изделий, при котором общая стоимость всей произведенной предприятием продукции является максимальной.

*Контрольные вопросы:*

1. Приведите описание технологической задачи.
2. Объясните сущность задачи о диете
3. Что такое канонический вид задачи линейного программирования?
4. Как перейти из канонического в стандартный вид?
5. Как перейти от неравенств к равенствам в условиях ограничений?

*Лабораторное занятие № 5 Обработка результатов прямых и косвенных измерений, проверка однородности независимых выборок и воспроизводимости опытов в MS Excel.*

*Задание:*

- Пусть при измерениях проведено 10 отсчетов расстояния, пройденного телом за определенное время. Измерения проводились линейкой с ценой деления 1 см. Результаты измерения представлены в таблице 1. Определить погрешность прямых измерений.

Таблица 1

<i>n</i> п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>S</i> , см	105	100	105	65	90	110	110	115	135	120

-Необходимо определить мощность электрического тока на некотором сопротивлении. При этом с помощью прямых измерений получены значения напряжения и сопротивления. Определить погрешность косвенных измерений.

$$U = (150 \pm 10)В; \delta U = 7\% ;$$

$$R = (18 \pm 1)Ом; \delta R = 6\% .$$

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое выброс?
2. Какие измерения называют прямыми?
3. Какие измерения называют косвенными?
4. Как происходит проверка однородности независимых выборок?
5. Как доказать, что опыты воспроизводимы?

*Лабораторное занятие № 6. Построение и анализ регрессии в MS Excel.*

*Задание:*

Дана матрица планирования полнофакторного эксперимента

Номер опыта, $N_k$	Порядок варьирования факторов						Значения параметра оптимизации			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$Y_{\text{эксп}}$	$Y_{\text{расч}}$	$\Delta Y$	$(\Delta Y)^2$
1	+	+	+	+	+	+	95	96	1	1
2	-	+	+	-	-	+	80	79	-1	1
3	+	-	+	-	+	-	84	83	-1	1
4	-	-	+	+	-	-	47	48	1	1
5	+	+	-	+	-	-	81	80	-1	1
6	-	+	-	-	+	-	49	50	1	1
7	+	-	-	-	-	+	51	52	1	1
8	-	-	-	+	+	+	5	4	-1	1

Были найдены коэффициенты уравнения регрессии, и уравнение приобрело вид:

$$Y = 61,5 + 16,25x_1 + 14,75x_2 + 15x_3 - 4,5x_1x_2 - 3,25x_1x_3 - 3,75x_2x_3$$

Для проверки значимости коэффициентов регрессии проведены параллельные эксперименты для точки 2:

$$Y_{21} = 80; Y_{22} = 82; Y_{23} = 79.$$

Табличное значение критерия Стьюдента при 5%-ном уровне значимости и при количестве степеней свободы  $f = n - 1 = 3 - 1 = 2$  равно 4,3.

Табличное значение критерия Фишера для уровня значимости  $p = 0,05$  равно  $F_{\text{табл}} = 19,3$ . Определить значимость коэффициентов уравнения регрессии. Проверить уравнение регрессии на адекватность.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое адекватность уравнения регрессии?
2. По каким критериям можно проверить значимость коэффициентов уравнения регрессии?
3. О чем говорит знак перед коэффициентом регрессии?
4. Что такое интервал варьирования фактора?
5. Что такое степень свободы?

*Лабораторное занятие № 7 Нахождение оптимальных параметров технологических процессов методом крутого восхождения по поверхности отклика*

*Задание:*

- Составить алгоритм нахождения в оптимальных параметров технологического процесса приготовления соуса методом крутого восхождения по поверхности отклика в MS Excel

- В результате постановки экспериментов по плану варьируют состав соуса. Изменяют концентрацию крахмала X1, соли X2, кукурузной муки X3 и томатной пасты X4. На основании проведенных исследований и математической обработки полученных данных составляют линейное уравнение регрессии:

$$y = 6603 + 283x_1 + 30x_2 + 222x_3 + 515x_4.$$

Рассчитайте программу крутого восхождения.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое градиент?
2. Что такое шаг? Как он определяется?
3. Какой процесс называют крутым восхождением?
4. Опишите процедуру оптимизации методом крутого восхождения.
5. Когда поиск оптимального решения прекращается?

*Лабораторное занятие № 8. Прогнозирование сроков хранения при помощи обобщенной функции желательности Харрингтона.*

*Задание:*

- Составить алгоритм расчета в MS Excel обобщенного показателя функции желательности, характеризующего сроки хранения продукта, с односторонним и двусторонним ограничениями.

- Составить алгоритм расчета в MS Excel обобщенного показателя функции желательности, характеризующего оптимальный состав фарша для формования на экструдере.

*Контрольные вопросы:*



1. Что такое одностороннее ограничение?
2. Что такое двустороннее ограничение?
3. Как находят частные желательности?
4. Приведите числовые интервалы шкалы Харрингтона для монотонной функции желательности
5. Что такое кодированное значение информативного показателя?

### **Практические занятия**

Практические занятия проходят в виде семинаров, студенты готовят индивидуальные выступления и докладывают результаты самостоятельной работы на занятии. Также проводится обсуждение по теме семинара.

*Практическое занятие № 1. Методы оптимизации регрессионных моделей.*

*Обсуждаемые вопросы:*

- понятие регрессионной модели, коэффициента регрессии.
- ранговый метод оценивания параметров линейной регрессионной модели
- метод наименьших квадратов
- метод наименьших модулей

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое оптимизация? Для чего она применяется?
2. Что такое регрессия?
3. Что показывает коэффициент регрессии?
4. Какие методы оптимизации существуют?
5. Как определить экстремумы уравнения регрессии методом наименьших квадратов?

*Практическое занятие № 2. Симплекс-метод линейного программирования.*

*Обсуждаемые вопросы:*

- Симплексный метод решения задач линейного программирования. Нахождение начального опорного решения и переход к новому опорному решению.
- Симплексный метод решения задач линейного программирования. Преобразование целевой функции при переходе от одного опорного решения к другому.
- Симплексный метод решения задач линейного программирования. Доказательство теоремы об улучшении опорного решения.
- Симплексный метод решения задач линейного программирования. Признаки оптимальности опорного решения, единственности оптимального решения, существования бес-

конечного множества оптимальных решений, отсутствия оптимального решения вследствие неограниченности целевой функции.

-Алгоритм симплексного метода решения задач линейного программирования.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое симплекс?
2. Приведите формулировку задачи линейного программирования.
3. Как находят опорный план?
4. Как происходит переход от одного плана к другому?
5. Как находят управляющую строку и столбец?

*Практическое занятие № 3 Поиск оптимальных условий с применением функции желательности*

*Обсуждаемые вопросы:*

- практические аспекты использования функции желательности
- связь между количественными значениями безразмерной шкалы Харрингтона и психологическим восприятием человека
- комплексный показатель качества продукции как обобщённая функция желательности

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое функция желательности?
2. Опишите шкалу перевода параметров в безразмерный показатель желательности.
3. Нарисуйте графики функции желательности для показателей свойств, ограничиваемых с одной и двух сторон.
4. Как произвести расчет функций желательности?
5. Приведите примеры применения функций желательности для оптимизации моделей в пищевой отрасли.

Приложение № 3

к п. 4.1

### ТИПОВЫЕ ТЕМЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

(для студентов заочной формы обучения)

1. Семейство непрерывных распределений. Виды. Графические изображения. Область использования.
2. Семейство дискретных распределений. Виды. Графические изображения. Область использования.

3. Понятие «фактор» в планировании эксперимента. Виды факторов: контролируемые, неконтролируемые, управляемые, неуправляемые, контролируемые, неконтролируемые, возмущающие. Требования, предъявляемые к факторам.
4. Этапы и задачи планирования эксперимента. Подготовительные операции перед планированием эксперимента. Виды экспериментов.
5. План эксперимента: 1-ого порядка, 2-го порядка, ортогональный, ротототабельный (с примерами).
6. Композиционное планирование. Структура центральных композиционных планов 2-ого порядка.
7. Понятие и история возникновения линейного программирования. Основная задача линейного программирования.
8. Симплекс-метод линейного программирования. Понятие симплекса. Алгоритм симплекс-метода.
9. Измерения. Виды измерений. Характеристики измерительных приборов: класс точности, цена деления, предел измерения. Ошибки наблюдения и их виды (систематические, случайные, грубые).
10. Понятия «генеральной» и «выборочной» совокупности. Виды выборок. Характеристики выборок. Ошибки первого, второго рода (с примерами).
11. Виды зависимостей между случайными величинами. Понятие регрессионной зависимости. Уравнение регрессии. Основная задача регрессионного анализа.
12. Понятие корреляции. Основная задача корреляционного анализа. Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.
13. Критерии научной новизны исследования (объективность, доказательность, воспроизводимость). Понятие адекватности математической модели.
14. Способы проверки воспроизводимости эксперимента. Установление валидности эксперимента.
15. Оптимизация регрессионных моделей. Задача оптимизации.
16. Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Основные этапы. Принятие решений после восхождения: -область оптимума достигнута, -область оптимума не достигнута (близка/далека).

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Понятие модели. Классификация моделей.
2. Понятие моделирования. Виды моделирования.
3. Этапы моделирования. Назначение этапов моделирования.
4. Понятия вероятность события, независимость события. Полная вероятность.
5. Случайные величины. Математическое ожидание случайных величин. Независимость случайных величин. Дисперсия случайных величин. Среднеквадратичное отклонение.
6. Семейство непрерывных распределений. Виды. Графические изображения. Область использования.
7. Семейство дискретных распределений. Виды. Графические изображения. Область использования.
8. Понятие «фактор» в планировании эксперимента. Виды факторов: контролируемые, неконтролируемые, управляемые, неуправляемые, контролируемые, неконтролируемые, возмущающие.
9. Требования, предъявляемые к факторам.
10. Этапы и задачи планирования эксперимента. Подготовительные операции перед планированием эксперимента. Виды экспериментов.
11. План эксперимента 1-ого порядка. Свойства полного факторного эксперимента.
12. Композиционное планирование. Структура центральных композиционных планов 2-ого порядка.
13. План дробного факторного эксперимента. Дробная реплика. Полуреплика. Определяющий контраст.
14. Понятие и история возникновения линейного программирования. Основная задача линейного программирования.
15. Симплекс-метод линейного программирования. Понятие симплекса.
16. Алгоритм симплекс-метода.
17. Измерения. Виды измерений. Характеристики измерительных приборов: класс точности, цена деления, предел измерения.
18. Ошибки наблюдения и их виды (систематические, случайные, грубые).
19. Доверительное оценивание: доверительная вероятность, доверительный интервал, надежность. Взвешенное среднее.
20. Обработка результатов прямых измерений.
21. Обработка результатов косвенных измерений.

22. Выявление промахов при обработке результатов измерений. Критерий Шовене.
23. Правила округления чисел. Значащие цифры числа.
24. Критерий Стьюдента, критерий Фишера, критерий Кохрена.
25. Понятия «генеральной» и «выборочной» совокупности. Виды выборок. Характеристики выборок. Ошибки первого, второго рода (с примерами).
26. Виды зависимостей между случайными величинами. Понятие регрессионной зависимости.
27. Уравнение регрессии. Основная задача регрессионного анализа.
28. Определение коэффициентов регрессии линейной однофакторной зависимости методом наименьших квадратов.
29. Понятие корреляции. Основная задача корреляционного анализа. Выборочный коэффициент корреляции и его свойства.
30. Критерии научной новизны исследования (объективность, доказательность, воспроизводимость).
31. Понятие адекватности математической модели. Проверка регрессии на достоверность и адекватность.
32. Интерпретация уравнения регрессии: выделение факторов, оказывающих наибольшее влияние на отклик. Оценка характера, знака и степени влияния факторов на отклик. Прогноз значения отклика для любых значений факторов.
33. Оптимизация регрессионных моделей. Задача оптимизации.
34. Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Основные этапы.
35. Принятие решений после крутого восхождения по поверхности отклика: -область оптимума достигнута, -область оптимума не достигнута (близка/далека).
36. Обобщенная функция желательности Харрингтона.