

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность:

Дата подписания: 10.06.2024 11:22:06

Уникальный программный ключ:

c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института магистратуры

Иванова Е.А. 

«29» 08 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Основы теории эксперимента**

Направление 27.04.02 Управление качеством  
магистерская программа 27.04.02.02 "Бережливое производство и повышение  
производительности труда в экосистемах предприятий и организаций"

Для набора 2022 года

Квалификация  
магистр


## КАФЕДРА Товароведение и управление качеством


## Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 2   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | УП  | РП  |       |     |
| Лекции            | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Лабораторные      | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Практические      | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Итого ауд.        | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Контактная работа | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Сам. работа       | 92  | 92  | 92    | 92  |
| Часы на контроль  | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Итого             | 108 | 108 | 108   | 108 |

## ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 22.02.2022 протокол № 7.

Программу составил(и): д.э.н., проф., Гиссин В.И. 

Зав. кафедрой: д.э.н., доцент Механцева К.Ф. 

Методическим советом направления: д.э.н., проф., Гиссин В.И. 

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | научить научно обоснованному выбору методов, ориентированных на решение фундаментальных и прикладных задач разных областей естествознания с учетом их специфики. Сформировать у студентов навыки самостоятельного использования доступного математического аппарата для оценки результатов измерений на всех стадиях научной и практической деятельности. Научить осуществлять оптимальный выбор необходимых теоретических и технических средств оценки результатов измерений. |
| 1.2 |  |

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-3:Способен организовывать работы по управлению качеством проектирования продукции и услуг**

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

|   |
|---|
| <b>Знать:</b>   |
| основные положения и теоретические основы (философию, принципы) и теоретические основы обоснования и проведения эксперимента, методы и приемы научного исследования; структуру научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (соотнесено с индикатором ПК-3.1). |
| <b>Уметь:</b>   |
| методически обосновывать научные исследования, проводить статистическую оценку результатов экспериментов, получать математическую модель объекта исследования и оценивать ее адекватность(соотнесено с индикатором ПК-3.2).   |
| <b>Владеть:</b>   |
| навыками подготовки и организации промышленного и научного эксперимента, а также обработки их результатов (соотнесено с индикатором ПК-3.3).  |

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература              |
|-------------|--|----------------|-------|-------------|-------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Модуль 1 «Эксперимент как предмет исследования»</b>   |                |       |             |                         |
| 1.1         | Тема 1 « Классификация видов экспериментальных исследований и их погрешностей », « Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики »,« Предварительная обработка результатов » /Лек/  | 2              | 2     | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |
| 1.2         | Тема 1 « Планирование и постановка эксперимента для принятия решения о заключении контракта»,« Проведение экспериментальных исследований при оценке характеристик продукции ЖКХ (на примере водоснабжения)» /Пр/                                 | 2              | 2     | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |
| 1.3         | Тема 3 «Выбор оптимальных технологических режимов при обработке промышленной продукции»,Тема 4 «Экспериментальная оценка влияния процессов на изменчивость параметров продукции» (на примере барабана измельчителя)» /Пр/                        | 2              | 2     | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |
| 1.4         | Тема 1 «Составление матрицы условий эксперимента.» /Ср/  | 2              | 48    | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |
|             | <b>Раздел 2. Модуль 2 « Анализ результатов эксперимента»</b>   |                |       |             |                         |
| 2.1         | Тема 1 « Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости »,« Оценка погрешности результатов наблюдений », « Методы планирования экспериментов. Компьютерные методы статистической обработки результатов экспериментов /Лек/ | 2              | 2     | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |
| 2.2         | Тема 1 «Методы графического изображения результатов измерений» /Лаб/   | 2              | 2     | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |
| 2.3         | Тема 2 « Применение программных средств при обработке экспериментальных данных » /Лаб/   | 2              | 2     | ПК-3        | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 |

|     |   |   |    |      |                            |
|-----|---|---|----|------|----------------------------|
| 2.4 | Тема 1 «Методы решения задачи определения необходимого числа опытов при заданной погрешности»<br><br>/Ср/   | 2 | 24 | ПК-3 | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 |
| 2.5 | Тема 2 «Пакеты прикладных программ, программных сред, компьютерных систем для статистической обработки данных, полученных в ходе эксперимента» /Ср/ | 2 | 20 | ПК-3 | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 |
| 2.6 | /Зачёт/   | 2 | 4  | ПК-3 | Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 |

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

|      | Авторы, составители              | Заглавие                             | Издательство, год   | Колич-во  |
|------|----------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Л1.1 | Костин, В. Н.,<br>Паничев, В. В. | Теория эксперимента: учебное пособие | Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013 | <a href="https://www.iprbookshop.ru/30132.html">https://www.iprbookshop.ru/30132.html</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей                                     |
| Л1.2 | Костин В. П.                     | Теория эксперимента: учебное пособие | Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013          | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259219">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259219</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

##### 5.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Издательство, год                        | Колич-во  |
|------|---------------------|---|--|---|
| Л2.1 |                     | Методы менеджмента качества: международный ежемесячный журнал для профессионалов в области качества: журнал | Москва: РИА «Стандарты и качество», 2020 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=598522">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=598522</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
| Л2.2 |                     | Контроль качества продукции: журнал для производителей продукции и экспертов по качеству: журнал            | Москва: РИА «Стандарты и качество», 2020 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=599818">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=599818</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
| Л2.3 |                     | Стандарты и качество: международный журнал для профессионалов стандартизации и управления качеством: журнал | Москва: РИА «Стандарты и качество», 2020 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=599823">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=599823</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

##### 5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Тех эксперт <https://rinh.corpres.ru/docs/>

ИСС «КонсультантПлюс»

ИСС «Гарант» <http://www.internet.garant.ru/>

##### 5.4. Перечень программного обеспечения

Libreoffice

**5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование. Практические занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными программными средствами и выходом в Интернет.

**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

**Приложение 1****ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| ЗУН, составляющие компетенцию  | Показатели оценивания  | Критерии оценивания  | Средства оценивания   |
|--|--|--|---|
| ПК-3   | Способен организовывать работы по управлению качеством проектирования продукции и услуг  |  |   |
| Знания методов, основ для организации работы по управлению качеством при проектировании продукции и услуг              | Подготовленные ответы на опрос и выполненная практическая и лабораторная работа по знаниям методов и основ для организации работы по управлению качеством при проектировании продукции и услуг | Полнота ответа на опрос и качество выполнения практической и лабораторной работы по знаниям методов и приемов научного исследования для разработки рекомендаций по практическому использованию результатов исследований. | О – Опрос (1-36)<br>Лабораторное задание (1-4)<br>ПЗ –<br>Практическое задание (1-3)<br>Вопросы к зачету (1-26)                   |
| Умения выбрать инструментарий для организации и оценки работы по управлению качеством проектирования продукции и услуг | Подготовленные ответы на опрос и выполненная практическая, лабораторная работа, тесты по умениям организации и оценки работы по управлению качеством проектирования продукции и услуг          | Полнота ответа на опрос, тесты и качество выполнения практической и лабораторной работы по умениям организации и оценки работы по управлению качеством проектирования продукции и услуг                                  | О – Опрос (1-36)<br>ЛЗ –<br>Лабораторное задание (1-4)<br>ПЗ –<br>Практическое задание (1-3)<br>Т-тест<br>Вопросы к зачету (1-26) |
| Навыки организации работы по управлению качеством и практическому их использованию при проектировании                  | Подготовленные ответы на опрос и выполненная практическая и лабораторная работа по владению навыками организации работы по управлению качеством и  | Полнота ответа на опрос и качество выполнения практической и лабораторной работы владению навыками организации работы по управлению  | О – Опрос (1-36)<br>ЛЗ –<br>Лабораторное задание (1-4)<br>ПЗ –  |

|                   |  |  |   |
|-------------------|--|--|---|
| продукции и услуг | практическому их использованию при проектировании продукции и услуг. | качеством и практическому их использованию при проектировании продукции и услуг. | Практическое задание (1-3)<br>Вопросы к зачету (1-26) |
|-------------------|--|--|---|

### 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

Зачет

50-100 баллов (зачет)

0-49 баллов (незачет)

## **2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Вопросы к зачету**

1. Эксперимент
2. Опыт
3. План эксперимента
4. Планирование эксперимента
5. Фактор
6. Уровень
7. Основной уровень фактора
8. Нормализация факторов
9. Априорное ранжирование
10. Размах варьирования фактора
11. Интервал варьирования фактора
12. Эффект взаимодействия факторов
13. Факторное пространство
14. Область экспериментирования
15. Активный эксперимент
16. Пассивный эксперимент
17. Последовательный эксперимент
18. Отклик
19. Функция отклика
20. Оценка функции отклика
21. Дисперсия оценки функции отклика
22. Поверхность отклика
23. Поверхность уровня функции отклика
24. Область оптимума
25. Рандомизация плана
26. Параллельные опыты

### ***Критерии оценивания:***

оценка «зачтено» (50-100 баллов) выставляется, если изложенный материал фактически верен, наличие исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

оценка «не зачтено» (0-49 баллов) выставляется, если - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

### Опрос в устной форме

1. Что такое эксперимент?
2. Что такое опыт?
3. Нарисуйте и поясните модель экспериментального исследования.
4. Перечислите группы факторов.
5. Что такое отклик? Почему эта функция случайная?
6. Что такое функция отклика?
7. Суть задач эксперимента, связанного с проверкой гипотез. Приведите пример.
8. Суть задач эксперимента, связанного с дисперсионным анализом. Приведите пример.
9. Суть задач эксперимента, связанного с регрессионным анализом. Приведите пример.
10. Понятие погрешности результатов исследований, Виды погрешностей.
11. Вероятность случайных событий, их характеристика.
12. Нормальный закон распределения, его применение. Характеристики.
13. Понятие о предварительной обработке экспериментальных данных. Пример.
14. Понятие о статистических гипотезах. Проверка.
15. Грубые погрешности, Отсев.
16. Определение доверительных интервалов для исследования величины. Оценка.
17. Определение необходимого количества измерений.
18. Проверка гипотезы нормального распределения.
19. Характеристика видов связей между рядами наблюдений.
20. Определения коэффициента уравнения регрессии.
21. Оценка тесноты связи между случайными величинами.
22. Основы регрессионного анализа
23. Оценка погрешностей результатов наблюдений.
24. Методы планирования эксперимента.
25. Понятие хорошего и плохого эксперимента. Пример.
26. Методы статистической обработки эксперимента.
27. Что такое факторное пространство?
28. Что такое матрица условий эксперимента?
29. Что такое матрица наблюдений?
30. Что такое активный и пассивный эксперимент?
31. Перечислите требования к управляемым факторам.
32. Что такое план и протокол эксперимента?
33. Что такое полный и неполный факторный план?
34. В каких случаях необходимо неоднократное измерение отклика?
35. Напишите формулы для среднего значения и стандартного отклонения.
36. Изложите постановку и идею решения задачи оценки погрешности при заданном числе опытов.

Критерии оценивания:

|   |  |
|---|--|
| - оценка 40-50 баллов выставляется обучающемуся, если | Он демонстрирует знание по вопросам темы, использовал дополнительную научную литературу по теме, развернуто ответил на вопрос, аргументировано высказал свою точку зрения, сформулировал самостоятельные выводы. |
| - оценка 30-39 балла выставляется обучающемуся, если  | он усвоил материал темы по вопросам в рамках основной литературы, развернуто ответил на вопрос, аргументировано высказал свою точку зрения, сформулировал самостоятельные выводы.                                |
| оценка 11-29 балла выставляется обучающемуся, если    | он фрагментарно усвоил материал, недостаточно развернуто ответил на вопрос, не проявлял активность при обсуждении дискуссионных вопросов, не сформулировал самостоятельные выводы.                               |
| оценка 0-10 баллов выставляется обучающемуся, если    | он не усвоил тему, не ответил ни на один вопрос.   |

Максимальная сумма баллов по устному опросу: – 50 баллов (10 тем по 5 баллов)

## Тест

1. Предварительная обработка результатов измерений и наблюдений необходима для того, чтобы:
  - а эффективно и корректно, использовать для построения эмпирических зависимостей статистические методы;
  - б эффективно и корректно проанализировать полученные результаты;в А.Б
2. Предварительная обработка эксперимента состоит:
  - а в отсеивании грубых погрешностей, оценке достоверности результатов измерений;
  - б в предварительной обработке результатов эксперимента;
  - в проверке соответствия распределения результатов измерения закону нормального распределения и определения параметров распределения;
  - г все вышеизложенное.
3. Виды экспериментов:
  - а. качественный, количественный, лабораторный;
  - б. промышленный, активный, пассивный;
  - в. альтернативный, пассивный, лабораторный.
4. Точность эксперимента это:
  - а. близость полученных результатов к истинному значению искомой величины;
  - б. близость к оптимальным погрешностям;
  - в. минимальное число ошибок в процессе исследований.
5. Абсолютная погрешность – это:
  - а. разность  $\Delta x$  между результатом эксперимента  $x$  и истинным значением искомой величины  $x$ ;
  - б. разность между абсолютной и относительной погрешностями измеряемой величины;
  - в. разность между истинным значением и относительной погрешностью.
6. Виды погрешностей эксперимента:
  - а. относительная, абсолютная приведенная;
  - б. систематическая, случайная;
  - в. абсолютная систематическая, случайная, постоянная.
7. При проведении эксперимента его погрешности принято условно разделять на:
  - а. систематические, случайные;
  - б. грубые;
  - в. промахи, грубые.
8. закон нормального распределения характеризуется:
  - а. центром распределения  $M_x$ ;
  - б. среднеквадратическим отклонением;
  - в. среднеарифметическим отклонением.
9. Доверительный интервал ( $\delta$ ) – это:
  - а. случайный интервал, полностью определяющийся результатами опытов, который с вероятностью  $P_{Mx}$  покрывает скалярную статистическую характеристику;
  - б. результатами опытов, который с вероятностью  $P_{Mx}$  покрывает среднее арифметическое значение характеристики;
  - в. а, б.
10. Что обеспечивает использование теории планирования эксперимента:
  - а. Минимизацию, т.е. предельное сокращение необходимого числа опытов.
  - б. Одновременное варьирование всех факторов.
  - в. Выбор четкой стратегии, минимизацию ошибок эксперимента;
  - г. а, б, в.

**Инструкция по выполнению:** обучающемуся необходимо выбрать один правильный ответ из предложенных.

### Критерии оценки:

оценка 8-10 балла выставляется студенту, если получены правильные ответы на 90-100% вопросов теста;



оценка 6-7 балла выставляется студенту, если получены правильные ответы на 70-80% вопросов;  
 оценка 4-5 балл выставляется студенту, если получены правильные ответы на 50-60% вопросов;  
 оценка 0-3 баллов выставляется студенту, если получены правильные ответы менее, чем на 50% вопросов;  
 Максимальная сумма баллов по тестам: 10 баллов (5 тестов по 2 балла)

## **Задания для практических занятий**

### **Задание для практического занятия 1**

#### **Проведение экспериментальных исследований для решения вопроса о возможности заключения контракта**

Оценить результаты испытаний образцов бетона для строительства стратегического дорожного покрытия и дать заключение о возможности заключения контракта на поставку в соответствии с требованиями заказчика. (бетон должен иметь минимальную прочность на сжатие 50 Н/мм<sup>2</sup>, максимальная прочность не должна превышать 94 Н/мм<sup>2</sup>).

Получены результаты испытаний образцов бетона на сжатие табл.1

Таблица1 - Результаты испытаний образцов бетона

| Вариант | Результаты испытаний   |
|---------|--|
| 1       | 94, 59, 54, 64, 83, 58, 82, 62, 81, 61, 45, 92, 70, 78, 68, 78, 68, 76, 90, 76, 75, 74, 74, 73, 50, 72, 72, 71 и 90.     |
| 2       | 52, 82, 62, 81, 94, 59, 48, 64, 83, 61, 45, 92, 70, 78, 68, 78, 68, 76, 90, 76, 75, 74, 74, 73, 50, 72, 72, 71 и 90.     |
| 3       | 98, 59, 48, 64, 83, 60, 82, 62, 81, 61, 45, 92, 70, 78, 68, 78, 68, 76, 90, 76, 75, 74, 74, 73, 60, 72, 72, 71 и 94.     |
| 4       | 61, 45, 92, 70, 78, 68, 78, 68, 76, 90, 76, 75, 74, 74, 73, 56, 72, 72, 71, 94, 59, 48, 64, 83, 55, 82, 62, 81, 90.      |
| 5       | 95, 59, 48, 64, 83, 52, 82, 62, 81, 61, 45, 92, 70, 78, 68, 78, 68, 76, 90, 76, 75, 94, 74, 74, 73, 50, 72, 72, 71, 97 . |

Вычислить среднее значение, диапазон, стандартное отклонение и индекс возможностей полученных результатов. Дать заключение о возможности процесса.  
 Работу представить в письменном виде.

### **Задание для практического занятия 2**

#### **«Проведение экспериментальных исследований при оценке характеристик продукции ЖКХ (на примере водоснабжения)»**

Для оценки корреляционной связи между содержанием в воде остаточного хлора и временем деаэрации воды, определить наличие и характер связи между случайными величинами, одна из которых представляет собой содержание в воде остаточного хлора, а другая – время деаэрации воды.

Удаление из воды растворенного хлора – важная часть комплексного технологического процесса водоподготовки. Наиболее эффективный способ удаления из воды растворенных в ней газов – десорбция (термическая деаэрация). Этот способ основан на законах Генри-Дальтона, характеризующих зависимость между концентрацией в воде растворенного газа и его парциальным давлением. Термическую деаэрацию проводят в аппаратах, называемых деаэраторами. На качество деаэрации могут влиять следующие основные факторы: расход деаэрируемой воды, температура деаэрируемой воды, продолжительность деаэрации. Последний фактор, по всей видимости, является наиболее существенным, т.к. напрямую связан с эффектом дегазации, а, следовательно, может определять качество удаления остаточного хлора из воды.

Решено провести необходимые расчеты и объективно определить, есть ли связь между этими величинами или нет, а также приближенно определить ее характер.

Для сбора данных разработан листок регистрации, в котором предусмотрена таблица, имеющая графы:

- порядковый номер измерения  $i$ ;
- значение времени деаэрации  $x$ ;
- значение содержания в воде остаточного хлора  $y$ .

Результаты измерений были занесены в листок наблюдений (таблица 1).

**Таблица 1 – Листок наблюдений**

| $i$ | $x$ , сек | $y$ , мг/л | $i$ | $x$ , сек | $y$ , мг/л |
|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|
| 1   | 360       | 0,448      | 11  | 570       | 0,405      |
| 2   | 378       | 0,442      | 12  | 600       | 0,398      |
| 3   | 408       | 0,435      | 13  | 612       | 0,393      |
| 4   | 426       | 0,429      | 14  | 654       | 0,386      |
| 5   | 444       | 0,427      | 15  | 666       | 0,38       |
| 6   | 480       | 0,422      | 16  | 684       | 0,377      |
| 7   | 498       | 0,416      | 17  | 702       | 0,371      |
| 8   | 522       | 0,415      | 18  | 720       | 0,355      |
| 9   | 546       | 0,41       | 19  | 744       | 0,349      |
| 10  | 558       | 0,408      | 20  | 768       | 0,342      |

По полученным данным построить график, определить наличие между данными величинами корреляционной связи между величиной времени деаэрации и содержанием хлора в деаэрируемой воде.

Используя метод наименьших квадратов выявить зависимости между временем деаэрации и содержанием хлора в воде.

### **Задание для практического занятия 3**

#### **Обработка результатов наблюдений методом наименьших квадратов**

Весьма часто в научной и технической практике при изучении функциональной зависимости между какими-либо переменными величинами получаем соответственные значения этих переменных непосредственно из эксперимента.

Результаты ряда наблюдений сводятся обычно в таблицу.

Например, в таблице 1 приведены результаты, полученные из опыта температуры плавления ( $\Theta$  °C) сплава цинка со свинцом в зависимости от процентного содержания свинца ( $x\%$ ):

Таблица 1 Результаты опытов

|             |     |     |     |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $x\%$       | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  |
| $\Theta$ °C | 186 | 205 | 226 | 250 | 276 | 304 |

Полученные данные представляют графически, нанося на график точки, координатами которых являются соответствующие значения переменных. Если между переменными действительно существует какая-нибудь простая зависимость, то эти точки располагаются приблизительно на некоторой кривой.

Получение математического выражения (формулы) для этой зависимости ( $\Theta$ ) возможно различными путями.

Наиболее точным методом, дающим к тому же, как показывает теория вероятностей, и наиболее вероятное значение этих постоянных, является так называемый **метод наименьших квадратов**.

Поэтому метод наименьших квадратов рекомендуется применять в тех случаях, когда точность полученных иными способами формул оказывается недостаточной.

Наиболее простым видом функциональной зависимости является линейная функция

$$y = a + bx$$

Приведенная формула может иметь применение тогда, когда точки графика располагаются приблизительно на прямой линии. В тех случаях, когда этого нет и необходимо выбрать другую форму уравнения, мы почти всегда можем свести вопрос к линейной функции, преобразовывая наше уравнение к виду:

$$\varphi(x, y) = a + b f(x, y),$$

и вводя новые переменные

$$x = f(x, y) \text{ и } y = \varphi(x, y).$$

Этим приемом «выравнивания» можно пользоваться.

**Задание. Проведено исследование по оценке влияния режимов процесса на показатели качества поверхности изделия.**

1. При контроле шероховатости поверхности было определено влияние величины подачи на параметры шероховатости.

В таблице представлены результаты исследований изменения шероховатости поверхности от величины подачи.

| № | Подача S, мм/об | Шероховатость поверхности R <sub>a</sub> , мкм |
|---|-----------------|--|
| 1 | 0,05            | 0,64   |
| 2 | 0,10            | 0,86   |
| 3 | 0,15            | 1,7  |
| 4 | 0,20            | 2,5  |
| 5 | 0,25            | 3,0  |
| 6 | 0,3             | 3,9  |
| 7 | 0,35            | 4,8  |

По результатам измерений построить график зависимости шероховатости поверхности от технологического режима – подачи. Дать заключение

2. При контроле шероховатости поверхности было определено влияние величины натяга на параметры шероховатости.

В таблице представлены результаты исследований изменения шероховатости поверхности от величины натяга.

| № | Величина натяга, мм | Шероховатость поверхности R <sub>a</sub> , мкм |
|---|---------------------|--|
| 1 | 0,40                | 0,64   |
| 2 | 0,80                | 0,48   |
| 3 | 1,6                 | 0,32   |
| 4 | 2,4                 | 0,16   |
| 5 | 2,6                 | 0,10   |
| 6 | 2,8                 | 0,14   |
| 7 | 3,0                 | 0,09   |
| 8 | 3,2                 | 0,08   |

По результатам измерений построить график зависимости шероховатости поверхности от технологического режима – величины натяга. Дать заключение.

### Критерии оценки

| Оценка                | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| - оценка 15-20 баллов | свободное владение профессиональной терминологией; умение высказывать и обосновать свои суждения; осознанно применяет теоретические знания для решения ситуационного задания организует связь теории с практикой.                           |
| - оценка 10-14 балла  | студент грамотно излагает материал; ориентируется в материале, владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет теоретические знания для решения ситуационного задания, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности; |
| оценка 5-9 балла      | студент излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения ситуационного задания, не может доказательно обосновать свои суждения                                     |
| оценка 0-4 баллов     | в ответе проявляется незнание основного материала программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для решения ситуационного задания, отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции. |

Максимальная сумма баллов за выполнение практических работ: 20 баллов

### Задания для лабораторных занятий

#### Задание лабораторного занятия 1

#### «Исследование влияния внешней среды на качество металлопластиковых окон»

(просмотр фильма о проведении испытаний изделия)

При испытаниях качества профилей металлопластиковых окон использовалась следующая методика:

1. Было подготовлено 30 образцов профиля длиной 220мм
2. На каждом образце штангенциркулем были проведены риски на расстоянии 200мм.
3. Образцы с рисками были отправлены в печь с температурой 100°C и выдерживались в печи 1 час.
4. После выдержки в печи, образцы остывали до комнатной температуры и проводились замеры их геометрических параметров.

Показателем качества колебания размеров является допуск относительного удлинения равный 0,4%

Результаты исследований представлены в таблице.

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 200,8 | 200,6 | 200,4 | 200,3 | 200,5 | 200,7 |
| 200,5 | 200,6 | 200,6 | 200,4 | 200,3 | 200,6 |
| 200,5 | 200,6 | 200,4 | 200,6 | 200,4 | 200,4 |
| 200,2 | 200,4 | 200,2 | 200,6 | 200,4 | 200,3 |
| 200,5 | 200,6 | 200,4 | 200,5 | 200,3 | 200,7 |

По результатам эксперимента оценить качество металлопластиковых окон, используя статистический инструментарий. Результаты обработки данных представить в письменном виде в виде файла.

#### Задание лабораторного занятия 2

#### Исследование весовой точности изделия

Рассмотрен процесс изготовления барабана измельчителя, который на финальной стадии проходил контроль балансировки. Время балансировки по техническим требованиям превышала в несколько раз установленный норматив

При изготовлении изделия из-за колебания изделия по массе наблюдалось превышение времени балансировки. Номинальная масса по техническим условиям должна соответствовать 10,40кг. Допуск на массу изделия составлял 20 г.

В течение смены были проведены измерения массы комплекта результаты, которых представлены в таблице 1

Таблица 1 Контрольный листок изделия по массе.

|        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10,404 | 10,408 | 10,415 | 10,415 | 10,411 | 10,417 |
| 10,416 | 10,423 | 10,422 | 10,420 | 10,420 | 10,411 |
| 10,415 | 10,421 | 10,405 | 10,409 | 10415  | 10,416 |
| 10,422 | 10,410 | 10,429 | 10,423 | 10,404 | 10,430 |
| 10,416 | 10,430 | 10,417 | 10,428 | 10,430 | 10,409 |

1. Выберите средство измерения массы изделия. Укажите его технические характеристики.
- 2 Используя гистограмму распределения, оцените процесс и его точность.
3. Дайте заключение о качестве процесса.

### Задание лабораторного занятия 3 МНОГОФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Концепция «Шесть сигм» предлагает достаточно мощные инструменты по улучшению. Одним из них является эксперимент. В этом случае исследователь сам управляет ходом процесса, чтобы добиться лучшего понимания зависимости между входными факторами и окончательным результатом. Рассмотрим  $2^k$  факторный эксперимент.

$2^k$ -факторный эксперимент лучше всего работает при количестве факторов  $k$  от 2 до 5. Для каждого фактора используется только два уровня (самое большое и самое маленькое значения, которым условно приписываются значения 1 и -1 соответственно).

Проведенные исследования позволили построить таблицу факторного эксперимента.

По данным таблицы провести  $2^k$ -факторный эксперимент. В нашей модели  $k = 3$  фактора:  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ . Заполним таблицу.

| Y  | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ |
|----|-------|-------|-------|
| 40 | -1    | -1    | -1    |
| 44 | -1    | -1    | 1     |
| 42 | -1    | 1     | -1    |
| 38 | -1    | 1     | 1     |
| 45 | 1     | -1    | -1    |
| 43 | 1     | -1    | 1     |
| 37 | 1     | 1     | -1    |
| 46 | 1     | 1     | 1     |

По результатам экспериментальных данных описать уравнение процесса.

### Задание лабораторного занятия 4

«Применение программных средств при обработке экспериментальных данных»

Используя программное средство, представить графическую информацию анализа качества процессов.

Для оценки показателей качества хлебобулочной продукции при реализации в период августа месяца 2016г. были проведены измерения массы хлеба с целью выявления качества и стабильности технологического процесса. Результаты измерений представлены в контрольном листке в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Статистические данные контролируемого показателя качества (масса хлеба)

|       | Хлеб пшеничный 1 сорт Юг-Руси (680г) |     |     | Батон нарезной ЮГ- Руси (380г) |     |     |
|-------|--------------------------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|
|       |                                      |     |     |                                |     |     |
| 1.08  | 686                                  | 680 | 684 | 398                            | 393 | 399 |
| 2.08  | 680                                  | 683 | 686 | 387                            | 389 | 393 |
| 3.08  | 674                                  | 679 | 681 | 388                            | 390 | 396 |
| 4.08  | 675                                  | 677 | 685 | 389                            | 397 | 390 |
| 5.08  | 689                                  | 683 | 687 | 386                            | 386 | 389 |
| 6.08  | 688                                  | 697 | 678 | 389                            | 384 | 386 |
| 7.08  | 684                                  | 682 | 683 | 380                            | 382 | 389 |
| 8.08  | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 9.08  | 689                                  | 688 | 679 | 399                            | 387 | 389 |
| 10.08 | 690                                  | 687 | 688 | 400                            | 388 | 378 |
| 11.08 | 684                                  | 682 | 683 | 380                            | 382 | 389 |
| 12.08 | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 13.08 | 689                                  | 683 | 687 | 386                            | 386 | 389 |
| 14.08 | 688                                  | 697 | 678 | 389                            | 384 | 386 |
| 15.08 | 684                                  | 682 | 683 | 380                            | 382 | 389 |
| 16.08 | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 17.08 | 689                                  | 688 | 679 | 399                            | 387 | 389 |
| 18.08 | 690                                  | 687 | 688 | 400                            | 388 | 378 |
| 19.08 | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 20.08 | 689                                  | 688 | 679 | 399                            | 387 | 389 |
| 21.08 | 690                                  | 687 | 688 | 400                            | 388 | 378 |
| 22.08 | 684                                  | 682 | 683 | 380                            | 382 | 389 |
| 23.08 | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 24.08 | 684                                  | 682 | 683 | 380                            | 382 | 389 |
| 25.08 | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 26.08 | 689                                  | 683 | 687 | 386                            | 386 | 389 |
| 27.08 | 688                                  | 697 | 678 | 389                            | 384 | 386 |
| 28.08 | 684                                  | 682 | 683 | 380                            | 382 | 389 |
| 29.08 | 686                                  | 670 | 678 | 390                            | 387 | 388 |
| 30.08 | 689                                  | 683 | 687 | 386                            | 386 | 389 |
| 31.08 | 688                                  | 697 | 678 | 389                            | 384 | 386 |

Таблица 2 - Средние значения массы хлебобулочных изделий

|  | Хлеб пшеничный 1 сорт Юг- Руси (680г)<br>М | Батон нарезной ЮГ- Руси (380г) |
|--|--|--------------------------------|
|--|--|--------------------------------|

|       |     |     |
|-------|-----|-----|
| 1.08  | 684 | 395 |
| 2.08  | 683 | 393 |
| 3.08  | 683 | 389 |
| 4.08  | 678 | 390 |
| 5.08  | 679 | 397 |
| 6.08  | 697 | 386 |
| 7.08  | 682 | 384 |
| 8.08  | 670 | 382 |
| 9.08  | 688 | 387 |
| 10.08 | 687 | 387 |
| 11.08 | 682 | 388 |
| 12.08 | 670 | 382 |
| 13.08 | 683 | 387 |
| 14.08 | 697 | 386 |
| 15.08 | 682 | 384 |
| 16.08 | 670 | 382 |
| 17.08 | 688 | 387 |
| 18.08 | 687 | 387 |
| 19.08 | 670 | 388 |
| 20.08 | 688 | 387 |
| 21.08 | 687 | 387 |
| 22.08 | 682 | 388 |
| 23.08 | 670 | 382 |
| 24.08 | 682 | 387 |
| 25.08 | 670 | 382 |
| 26.08 | 683 | 387 |
| 27.08 | 697 | 386 |
| 28.08 | 682 | 384 |
| 29.08 | 670 | 382 |
| 30.08 | 683 | 387 |
| 31.08 | 697 | 386 |

1. По результатам наблюдений используя программные средства построить карты временных рядов средних арифметических значений массы хлеба и батона.

2. Для выяснения точности процесса выпечки хлеба построить гистограмму и вычислить ее характеристики и дать заключение о точности процесса.

### Критерии оценки

| Оценка                | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| - оценка 15-20 баллов | свободное владение профессиональной терминологией; умение обосновать свои суждения; осознанно применяет теоретические знания для решения ситуационного задания организует связь теории с практикой.   |
| - оценка 10-14 балла  | студент грамотно излагает материал; ориентируется в материале, владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет теоретические знания для решения ситуационного задания, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности; |
| оценка 5-9 балла      | студент излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения ситуационного задания, не может доказательно обосновать свои суждения                                     |
| оценка 0-4 баллов     | в ответе проявляется незнание основного материала программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять  |

|  |  |
|--|--|
|  | знания для решения ситуационного задания, отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции. |
|--|--|

Максимальная сумма баллов за выполнение 20 баллов (4 работы по 5 баллов)

**Общая шкала оценивания, баллы**

| <b>Вид оценки</b>                      |            |
|--|------------|
| Опрос                                  | 50         |
| Тесты                                  | 10         |
| Задания для практических занятий       | 20         |
| Задания для лабораторных занятий       | 20         |
| <b>Общая максимальная сумма баллов</b> | <b>100</b> |

### **3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме зачета.

Зачет проводится по окончании теоретического обучения до начала экзаменационной сессии.

Результаты аттестации заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.



### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основы теории эксперимента, которые, как правило, являются многофакторными и связаны с оптимизацией качества материалов, отысканием оптимальных условий проведения технологических процессов, разработкой наиболее рациональных процессов, конструкций оборудования и т.д.

В ходе практических, лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки постановки эксперимента, навыки обработки данных эксперимента и принятия решений по результатам анализа полученных данных.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к практическим и лабораторным занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях, практических и лабораторных занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе занятий методом устного опроса или посредством тестирования. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами.

Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.