


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета заочного обучения  
 Э.Г. Мухамадиев  
«18» марта 2019 г.

Кафедра «Технология и организация технического сервиса»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.01 МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Направление подготовки **35.04.06** **Агроинженерия**

Программа подготовки **Технический сервис в сельском хозяйстве**

Уровень высшего образования – **магистратура**

Квалификация – **магистр**

Форма обучения - **заочная**

Челябинск  
2019

Рабочая программа дисциплины «Методика экспериментальных исследований» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 26.07.2017 г. № 709. Рабочая программа предназначена для подготовки магистра по направлению **35.04.06 Агроинженерия, программа подготовки - Технический сервис в сельском хозяйстве.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Составитель – доктор технических наук, доцент кафедры «Технология и организация технического сервиса» Машрабов Н.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Технология и организация технического сервиса»  
« 01 » марта 2019 г. (протокол № 6).

Зав. кафедрой «Технология и организация технического сервиса»,  
доктор технических наук, доцент

Н. Машрабов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета факультета заочного обучения  
« 15 » марта 2019 г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии  
факультета заочного обучения  
кандидат технических наук, доцент

А.Н.Козлов

Директор Научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП   | 4  |
| 1.1. | Цель и задачи дисциплины  | 4  |
| 1.2. | Компетенции и индикаторы их достижений  | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре ОПОП   | 5  |
| 3.   | Объем дисциплины и виды учебной работы  | 5  |
| 3.1. | Распределение объема дисциплины по видам учебной работы   | 6  |
| 3.2. | Распределение учебного времени по разделам и темам  | 6  |
| 4.   | Структура и содержание дисциплины   | 7  |
| 4.1. | Содержание дисциплины   | 7  |
| 4.2. | Содержание лекций   | 10 |
| 4.3. | Содержание лабораторных занятий   | 12 |
| 4.4. | Содержание практических занятий   | 12 |
| 4.5. | Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся  | 12 |
| 5.   | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине  | 14 |
| 6.   | Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  | 14 |
| 7.   | Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины   | 14 |
| 8.   | Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины   | 16 |
| 9.   | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  | 16 |
| 10.  | Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем | 16 |
| 11.  | Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 17 |
|      | Приложение Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся  | 19 |
|      | Лист регистрации изменений  | 55 |

**1. Планируемые результаты обучения по дисциплине,  
2. соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП  
1.1. Цель и задачи дисциплины**

Магистр по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», в области технического сервиса в сельском хозяйстве должен быть подготовлен к научно – исследовательской, технологической, педагогической деятельности.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему профессиональных знаний, умений и навыков по проведению экспериментальных исследований в агроинженерии.

**Задачи дисциплины:**

- сформировать общие представления о инженерном эксперименте;
- изучить методы проведения экспериментальных исследований в агроинженерии;
- изучить инструментальное оснащение, применяемое при проведении экспериментальных исследований в агроинженерии;
- овладеть методикой статистической обработки экспериментальных данных.

**1.2. Компетенции и индикаторы их достижений**

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Формируемые ЗУН |  |
|--|-----------------|--|
| ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.   | знания          | основные понятия и определения, касающиеся экспериментальной работы, задачи инженерного эксперимента, проблемы, решаемые в ходе проведения экспериментальных исследований - (Б1.О.01 -З.1)                                       |
|  | умения          | выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на объект экспериментального исследования - (Б1.О.01 -У.1)  |
|  | навыки          | обоснованно выбирать факторы, оказывающие влияние на объект экспериментального исследования - (Б1.О.01 -Н.1)   |
| ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.   | знания          | источники априорной информации при экспериментальных исследованиях в агроинженерии- (Б1.О.01 -З.2)   |
|  | умения          | анализировать источники априорной информации при постановке задач эксперимента - (Б1.О.01 -У.2)  |
|  | навыки          | поиска и анализа априорной информации при постановке задач экспериментальных исследований - (Б1.О.01 -Н.2)   |
| ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения.  | знания          | алгоритмов проведения инженерного эксперимента - (Б1.О.01 -З.3)  |
|  | умения          | обоснованно выбирать наиболее рациональный алгоритм проведения экспериментального исследования, необходимы для достижения поставленных цели и задач, исходя из критерия экономии материальных и трудовых затрат - (Б1.О.01 -У.3) |
|  | навыки          | реализовывать алгоритм эксперимента на практике для достижения поставленных цели и задач - (Б1.О.01 -Н.3)  |
| ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности | знания          | Стратегию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов - (Б1.О.01 -З.4)   |
|  | умения          | Разрабатывает стратегию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов - (Б1.О.01 -У.4)   |
|  | навыки          | пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов - (Б1.О.01 -Н.4)   |

УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН |  |
|---|-----------------|--|
| ИД-2 УК-4 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные. | знания          | о методах интерпретации и представления полученных экспериментальных данных с использованием современных коммуникативных технологий - (Б1.О.01 -3.5)                   |
|   | умения          | применять современные коммуникативные технологии при интерпретации и представлении полученных в ходе проведения экспериментальных исследований данных - (Б1.О.01 -У.5) |
|   | навыки          | защищать полученные экспериментальным путем данных на научных конференциях с использованием современных коммуникативных технологий - (Б1.О.01 -Н.5)                    |

ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН |  |
|---|-----------------|--|
| ИД-1 ОПК-4 Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы | знания          | о программах и методах проведения экспериментальных исследований в агроинженерии и используемой при этом инструментальной оснащении - (Б1.О.01 -3.6) |
|   | умения          | составлять программу экспериментальных исследований и подбирать инструментальные средства для проведения эксперимента - (Б1.О.01 -У.6)               |
|   | навыки          | проводить экспериментальные исследования в соответствии с разработанной программой - (Б1.О.01 -Н.6)  |

ПК-3 Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН |   |
|---|-----------------|---|
| ИД-1 ПК-3 Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты | знания          | о методиках проведения экспериментов и статистической обработке полученных экспериментальных данных - (Б1.О.01 -3.7)                |
|   | умения          | обоснованно выбирать рациональную методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных - (Б1.О.01 -У.7) |
|   | навыки          | проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных - (Б1.О.01 -Н.7)  |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методика экспериментальных исследований» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы магистратуры.

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 8 зачетных единиц (ЗЕТ), 288 академических часа (далее

часов). Дисциплина изучается в 1 и 2 семестрах.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы                             | Количество часов |
|--|------------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>               | <b>42</b>        |
| В том числе:                                   |                  |
| Лекции (Л)                                     | 20               |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 22               |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                      | -                |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b> | <b>228</b>       |
| <b>Контроль</b>                                | <b>18</b>        |
| <b>Итого</b>                                   | <b>288</b>       |

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

| №<br>те<br>мы   | Наименование раздела и темы  | Всего<br>часов | в том числе       |    |    |    |                  |
|---|--|----------------|-------------------|----|----|----|------------------|
|   |  |                | контактная работа |    |    | ср | кон<br>тро<br>ль |
|   |  |                | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |                  |
| 1   | 2  | 3              | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8                |
| <b>Раздел 1 Общие сведения об экспериментальных исследованиях</b> |  |                |                   |    |    |    |                  |
| 1.1   | Введение. Наука и её роль в развитие АПК. Общие сведения об эксперименте. ГОСТ 24026-80                              | 9              | 1                 |    |    | 8  | x                |
| 1.2   | Понятие о методе и методологии экспериментального исследования. Типы экспериментов                                   | 11             | 1                 |    |    | 10 |                  |
| 1.3   | Научная гипотез, научная проблема (проблемная ситуация)..  | 10             |                   |    |    | 10 | x                |
| 1.4   | Цели и задачи решаемые в ходе инженерного эксперимента.  | 9              | 1                 |    |    | 8  | x                |
| 1.5   | Программа экспериментальных исследований. Методики (общая и частные) экспериментальных исследований в агроинженерии. | 9              | 1                 |    |    | 8  | x                |
| 1.6   | Методика определения геометрических и технологических параметров процессов.  | 11             | 1                 |    | 2  | 8  |                  |
| 1.7   | Методика определения количественных и количественных показателей процессов   | 11             | 1                 |    | 2  | 8  |                  |
| <b>Раздел 2 Статистическая обработка экспериментальных данных</b> |  |                |                   |    |    |    |                  |
| 2.1   | Цель и задачи статистической обработки данных  | 4              |                   |    |    | 4  | x                |
| 2.2   | Сведения из теории вероятности. Элементы математической статистики   | 13             | 1                 |    |    | 12 | x                |
| 2.3   | Предварительная обработка экспериментальных данных   | 21             | 1                 |    |    | 20 | x                |
| 2.4   | Корреляционный анализ  | 19             | 1                 |    | 2  | 16 | x                |
| 2.5   | Дисперсионный анализ   | 19             | 1                 |    | 2  | 16 | x                |
| 2.6   | Регрессионный анализ   | 18             |                   |    | 2  | 16 | x                |

| <b>Раздел 3 Планирование и проведение экспериментальных исследований</b> |  |            |           |   |           |            |           |
|--|--|------------|-----------|---|-----------|------------|-----------|
| 3.1  | Цель и задачи планирования и проведения экспериментальных исследований               | 9          | 1         |   |           | 8          | x         |
| 3.2  | Планирование пассивного эксперимента   | 9          | 1         |   |           | 8          | x         |
| 3.3  | Факторные эксперименты   | 15         | 1         |   | 2         | 12         | x         |
| 3.4  | Предпланирование эксперимента  | 15         | 1         |   | 2         | 12         | x         |
| 3.5  | Планирование активного эксперимента (ПФЭ), обработка экспериментальных данных        | 26         | 4         |   | 6         | 16         | x         |
| 3.6  | Планирование активного эксперимента (ДФЭ), обработка экспериментальных данных        | 16         | 2         |   | 2         | 12         | x         |
| 3.7  | Планы второго порядка и другие планы. Методы поиска оптимального решения. Заключение | 16         |           |   |           | 16         | x         |
|  | Контроль   | 18         | x         | x | x         | x          | 18        |
|  | <b>Итого</b>   | <b>288</b> | <b>20</b> |   | <b>22</b> | <b>228</b> | <b>18</b> |

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины

#### Раздел 1 Общие сведения об экспериментальных исследованиях

**Введение. Наука и её роль в развитие АПК. Общие сведения об эксперименте.** Исторические основы возникновения и развития научных исследований.

**Понятие и содержание научного исследования. Понятие о методе и методологии экспериментального исследования. Типы экспериментов.** Виды уровней научного исследования. Теоретический, эмпирический уровень научного исследования

**Научная гипотез, научная проблема (проблемная ситуация) как исходный пункт научного исследования. Выдвижение, обоснование и требования к научной гипотезе, проблеме.** Роль гипотез и научных проблем в научном исследовании. Содержание научной гипотезы, её выдвижение и обоснование. Требования, предъявляемые к научным гипотезам. Роль гипотез в структуре научного исследования. Методы проверки и подтверждения гипотез. Постановка и формирование научной проблемы. Понятие научной проблемы. Классификация научных проблем. Проблема и проблемная ситуация. Причины образования проблемной ситуации. Требования, предъявляемые к научным проблемам. Выбор и постановка научных проблем. Разработка и решение научных проблем.

**Цель и задачи решаемые в ходе инженерного эксперимента. Априорная информация, необходимая для разработки программы и методики эксперимента.** Определение: наблюдение, эксперимент, измерения. Техника исследования. Процедура исследования. Требования к наблюдению. Итог наблюдения – описание. Основные функции наблюдения. Недостатки метода наблюдения. Виды наблюдения. Процедура или порядок исследовательских действий при наблюдении.. Элементы эксперимента. Сбор и анализ априорной информации перед планированием эксперимента. Требования предъявляемые к априорной информации. Опыт, испытание. Виды эксперимента. Этапы в проведении или структура эксперимента, дать их характеристику. Общие требования к проведению эксперимента

**Программа экспериментальных исследований. Методики (общая и частные) экспериментальных исследований в агроинженерии.** Структура программы исследования. Сущность первичной обработки данных. Общая методика экспериментальных исследований. Основные этапы (например: предварительные эксперименты; поисковые эксперименты; выделение факторов, существенно влияющих на процесс). Частные методики экспериментальных исследований в агроинженерии. Качественные и количественные методики исследований..

Методика определения геометрических и технологических параметров процессов. Методика определения количественных и качественных показателей процессов

## Раздел 2 Статистическая обработка экспериментальных данных

Цели и задачи дисциплины. Сведения об истории возникновения математической статистики. Основные статистические показатели и их практическое применения при обработке экспериментальных данных

**Сведения из теории вероятности и элементы математической статистики.** Событие. Классическое определение вероятности. Случайная величина. Числовые характеристики законов распределения: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, медиана, мода, размах, ковариация, коэффициент корреляции. Закон распределения случайной величины. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства.

Понятие о математической статистике. Статистическое определение вероятности. Выборка и генеральная совокупность. Система обозначений. Цель статистического анализа. Первичная обработка информации и статистический анализ. Цель первичной обработки информации.

**Предварительная обработка экспериментальных данных.** Цель предварительной обработки экспериментальных данных. Генеральная совокупность и выборка. Вычисление характеристик эмпирических распределений (выборочных характеристик). Моменты. Отсев грубых погрешностей.

Полигон и гистограмма частот распределения. Проверка гипотезы нормальности. Преобразование распределений к нормальному. Алгоритм и блок схема алгоритма и предварительной обработки экспериментальных данных.

**Основы отбора информации.** Необходимость отбора информации. Проблемы сбора и обработки информации. Пример зависимости результата от способа отбора. Виды отбора информации. Расслоенный отбор.

**Точечные оценки.** Обобщенное понятие точечных оценок. Метод моментов. Свойства точечных оценок. Метод наибольшего правдоподобия. Метод наименьших квадратов. Робастные оценки. Число степеней свободы.

**Интервальные оценки.** Понятие доверительных интервалов. Общий принцип построения доверительных интервалов. Применение доверительных интервалов для оценки точности информации и необходимого ее объема.

**Проверка статистических гипотез.** Необходимость проверки гипотез в статистическом анализе. Общий принцип проверки гипотез. Параметрические критерии. Значение функции правдоподобия при проверке гипотез, четыре возможных исхода. Уровень значимости. Критическая область. Основная и альтернативная (конкурирующая) гипотезы. Понятия значимости и незначимости. Четыре вида альтернативных гипотез и их графическая интерпретация.

Алгоритм проверки статистических гипотез. Прием последовательного планирования эксперимента. Непараметрические критерии. Критерий знаков. Критерий согласия К. Пирсона.

### **Задачи многомерного статистического анализа.**

Виды задач изучения многофакторных систем. Состав статистического анализа. Вопросы статистического анализа. Прикладной смысл ковариации (коэффициента корреляции) и среднего квадратического отклонения.

Коррелированные и некоррелированные величины. Задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа.

**Корреляционный анализ.** Понятие о корреляционном анализе. Коэффициент корреляции как оценка связи факторов. Пример проверки гипотезы о нормальном распределении совокуп-



ности двух случайных величин. Понятие о корреляционной модели. Оценка тесноты связи факторов по доверительному интервалу для коэффициента корреляции и по корреляционному отношению. Алгоритм проведения корреляционного анализа.

**Дисперсионный анализ.** Основы дисперсионного анализа. Задачи дисперсионного анализа. Способы выполнения основных требований дисперсионного анализа. Основная идея дисперсионного анализа. Существенные предположения дисперсионного анализа. Однофакторная дисперсионная модель. Пример оценки существенности влияния входного фактора на выходной в однофакторном эксперименте с помощью критерия Фишера. Разбиение дисперсионной суммы однофакторного эксперимента. Остаточная и межгрупповая дисперсии. Многофакторная дисперсионная модель. Способы выполнения основных требований дисперсионного анализа. Алгоритм дисперсионного анализа.

**Регрессионный анализ.** Понятие о регрессионном анализе. Регрессия. Регрессионная модель. Виды регрессионных моделей. Алгоритм регрессионного анализа. Необходимость учета физических свойств явления. Метод наименьших квадратов как частный случай метода наибольшего правдоподобия. Исследование вида и формы связи параметров по статистическим данным с помощью регрессионного анализа. Эквивалентность понятий регрессии, сглаживания и аппроксимации. Примеры проведения регрессионного анализа.

#### **Заключение**

Перспективы использования статистической обработки в области технического сервиса в сельском хозяйстве.

### **Раздел 3 Планирование и проведение экспериментальных исследований**

**Цель и задачи планирования и проведения экспериментальных исследований.** Сведения об истории возникновения математической теории эксперимента. ГОСТ 24026-80 Планирование эксперимента, термины и определения. Соотношение познания и реальности. "Хорошо" и "плохо" организованные системы. Законы и закономерности. Цели научных и инженерных исследований. Необходимость отбора и обработки информации, создания модели и планирования эксперимента. Объект исследования. Факторы и уровни факторов. Основные направления в теории планирования эксперимента.

**Планирование пассивного эксперимента.** Определение продолжительности эксперимента и интервала съема данных. Влияние погрешности регистрации данных на точность математического описания. Коррекция оценок метода наименьших квадратов. Метод текущего регрессионного анализа. Алгоритмы стохастической аппроксимации.

**Факторные эксперименты.** Однофакторный эксперимент. Математическая модель однофакторного эксперимента. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа. Принцип рандомизации. Ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский,

**Планирование линейного двухфакторного эксперимента.** Модель линейного двухфакторного эксперимента. Неполноблочный сбалансированный план линейного двухфакторного четырехуровневого эксперимента. Выявление влияния двух факторов с помощью дисперсионного анализа.

**Планирование многофакторного эксперимента.** Модель и план линейного трехфакторного четырехуровневого эксперимента. Модель и план линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента. Матрица Адамара. Свойства плана: полнота, насыщенность, симметричность, нормированность, ортогональность.

**Предпланирование эксперимента.** Выбор зависимых переменных. Использование кор-

реляционного анализа. Функция желательности. Выбор независимых переменных. Метод априорного ранжирования. Экспериментальные методы выбора факторов.

**Планирование активного эксперимента (ПФЭ).** Принципы выбора области эксперимента. Выбор основного уровня. Определение интервалов варьирования Точность фиксирования факторов. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Принципы построения плана  $2^K$ . Свойства полного факторного эксперимента  $2^K$ . Математическая модель. Определение коэффициентов линейной модели.

**Планирование активного эксперимента (ДФЭ).** Минимизация числа опытов. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Цель использования дробной реплики, эффективность реплики. Обобщающий определяющий контраст. Сущность метода «перевала» при освобождении линейных эффектов от взаимодействий первого порядка. Реплики большой дробности. Характеристики реплик различной дробности.

**Проведение эксперимента и статическая обработка его результатов.** Проведение эксперимента. Реализация плана эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Дисперсия параметра оптимизации Проверка однородности дисперсий. Рандомизация. Разбиение матрицы на блоки. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Интерпретация полученных результатов.

#### **Обработка результатов эксперимента.**

Определение ошибки опыта. Понятия: ошибка опыта, дисперсия, среднее квадратичное отклонение. Выделение ошибки опыта с помощью t-критерия Стьюдента.

Рандомизация серий экспериментов. Метод наименьших квадратов.

Регрессионный анализ и методы его проведения.

Принципы проверки адекватности модели как пригодности ее для прогнозирования результатов в исследуемой области изменения факторов.

Принципы и задачи проверки значимости коэффициентов полученной математической модели изучаемого процесса. Принципы, используемые при интерпретации полученных результатов.

**Планы второго порядка и другие планы.** Ортогональные планы. Планы Хартли. Ротатбельные планы. Определение значимости коэффициентов регрессии для планов второго порядка. Другие планы. Планирование эксперимента с качественными факторами. Метод крутого восхождения (Метод Бокса – Уилсона).

**Заключение.** Перспективы использования планирования экспериментов в области технического сервиса в сельском хозяйстве.

## **4.2. Содержание лекций**

| № п/п  | Краткое содержание лекций   | Кол-во часов |
|--|---|--------------|
| Раздел 1 Общие сведения об экспериментальных исследованиях |   |              |
| 1.1.   | Введение. Наука и её роль в развитии АПК. Общие сведения об эксперименте. ГОСТ 24026-80   | 1            |
| 1.2.   | Понятие о методе и методологии экспериментального исследования. Типы экспериментов  | 1            |
| 1.4.   | Цель и задачи решаемые в ходе инженерного эксперимента. Априорная информация, необходимая для разработки программы и методики эксперимента. Определение: наблюдение, эксперимент, измерения. Техника исследования. Процедура исследования. Требования к наблюдению. Итог наблюдения – описание. Основные функции наблюдения. Недостатки метода наблюдения. Виды наблюдения. Процедура или порядок исследовательских действий при наблюдении.. Элементы эксперимента | 1            |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1.5.  | Программа экспериментальных исследований. Методики (общая и частные) экспериментальных исследований в агроинженерии. Структура программы исследования. Сущность первичной обработки данных. Общая методика экспериментальных исследований. Основные этапы (например: предварительные эксперименты; поисковые эксперименты; выделение факторов, существенно влияющих на процесс).   | 1  |
| 1.6.  | Методика определения геометрических и технологических параметров процессов.  | 1  |
| 1.7.  | Методика определения количественных и качественных показателей процессов   | 1  |
| Раздел 2 Статистическая обработка экспериментальных данных        |  |    |
| 2.2.  | Сведения из теории вероятности и элементы математической статистики. Событие. Классическое определение вероятности. Случайная величина. Числовые характеристики законов распределения: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, медиана, мода, размах, ковариация, коэффициент корреляции. Понятие о математической статистике. Статистическое определение вероятности. Выборка и генеральная совокупность. Система обозначений. Цель статистического анализа. | 1  |
| 2.3.  | Предварительная обработка экспериментальных данных. Цель предварительной обработки экспериментальных данных. Генеральная совокупность и выборка. Вычисление характеристик эмпирических распределений (выборочных характеристик). Моменты. Отсев грубых погрешностей.<br>Полигон и гистограмма частот распределения. Проверка гипотезы нормальности. Преобразование распределений к нормальному. Алгоритм и блок схема алгоритма и предварительной обработки экспериментальных данных.        | 1  |
| 2.4.  | Корреляционный анализ. Понятие о корреляционном анализе. Коэффициент корреляции как оценка связи факторов. Пример проверки гипотезы о нормальном распределении совокупности двух случайных величин   | 1  |
| 2.5.  | Дисперсионный анализ. Основы дисперсионного анализа. Задачи дисперсионного анализа. Способы выполнения основных требований дисперсионного анализа. Основная идея дисперсионного анализа. Существенные предположения дисперсионного анализа. Однофакторная дисперсионная модель. Пример оценки существенности влияния входного фактора на выходной в однофакторном эксперименте с помощью критерия Фишера   | 1  |
| Раздел 3 Планирование и проведение экспериментальных исследований |  |    |
| 3.1.  | Цель и задачи планирования и проведения экспериментальных исследований. Сведения об истории возникновения математической теории эксперимента. ГОСТ 24026-80 Планирование эксперимента, термины и определения   | 1  |
| 3.2.  | Планирование пассивного эксперимента. Определение продолжительности эксперимента и интервала съема данных. Влияние погрешности регистрации данных на точность математического описания. Коррекция оценок метода наименьших квадратов.  | 1  |
| 3.3.  | Факторные эксперименты. Однофакторный эксперимент. Математическая модель однофакторного эксперимента. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа. Принцип рандомизации. Ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский  | 1  |
| 3.4.  | Предпланирование эксперимента. Выбор зависимых переменных. Использование корреляционного анализа. Функция желательности<br>Экспериментальные методы выбора факторов.   | 2  |
| 3.5.  | Планирование активного эксперимента (ПФЭ). Принципы выбора области эксперимента. Выбор основного уровня. Определение интервалов варьирования Точность фиксирования факторов. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).   | 6  |
| 3.6.  | Планирование активного эксперимента (ДФЭ). Минимизация числа опытов. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Цель использования дробной реплики, эффективность реплики. Обобщающий определяющий контраст  | 2  |
|   | Итого  | 20 |

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом

### 4.4. Содержание практических занятий

| № п/п | Наименование практических занятий   | Кол-во, часов |
|-------|---|---------------|
| 2.    | Методика определения геометрических и технологических параметров процессов. | 2             |
| 3.    | Методика определения количественных и качественных показателей процессов    | 2             |
| 6.    | Корреляционный анализ.  | 2             |
| 7.    | Дисперсионный анализ.   | 2             |
| 8.    | Регрессионный анализ  | 2             |
| 10.   | Факторы и журнал эксперимента   | 2             |
| 11.   | Планирование активного эксперимента (ПФЭ)                                   | 4             |
| 12.   | Планирование активного эксперимента (ДФЭ)                                   | 2             |
| 13.   | Проведение эксперимента и статическая обработка его результатов             | 4             |
|       | <b>Итого</b>  | <b>22</b>     |

### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

#### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

| Виды самостоятельной работы обучающихся           | Количество часов |
|---|------------------|
| Подготовка к практическим занятиям                | 52               |
| Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов | 160              |
| Подготовка к промежуточной аттестации             | 16               |
| <b>Итого</b>                                      | <b>228</b>       |

#### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

| № п/п   | Наименование изучаемых тем или вопросов   | Продолж., часов |
|---|---|-----------------|
| <b>Раздел 1 Общие сведения об экспериментальных исследованиях</b> |   |                 |
| 1.1.  | Роль в развитии АПК. Виды уровней научного исследования. Теоретический, эмпирический уровень научного исследования  | 18              |
| 1.2.  | Классификация научных проблем. Проблема и проблемная ситуация. Причины образования проблемной ситуации. Требования, предъявляемые к научным проблемам. Выбор и постановка научных проблем. Разработка и решение научных проблем.  | 10              |
| 1.3.  | Сбор и анализ априорной информации перед планированием эксперимента. Требования предъявляемые к априорной информации. Опыт, испытание. Виды эксперимента. Этапы в проведении или структура эксперимента, дать их характеристику. Общие требования к проведению эксперимента | 8               |
| 1.4.  | Частные методики экспериментальных исследований в агроинженерии. Качественные и количественные методики исследований  | 8               |
| 1.5.  | Методика определения геометрических и технологических параметров процессов. Методика определения количественных и качественных показателей процессов  | 16              |

| Раздел 2 Статистическая обработка экспериментальных данных        |   |    |
|---|---|----|
| 2.1.  | Основные статистические показатели и их практическое применения при обработке экспериментальных данных.   | 4  |
| 2.2.  | Закон распределения случайной величины. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства<br>Первичная обработка информации и статистический анализ. Цель первичной обработки информации.   | 12 |
| 2.3.  | Основы отбора информации. Необходимость отбора информации. Проблемы сбора и обработки информации. Пример зависимости результата от способа отбора. Виды отбора информации. Расслоенный отбор.<br>Точечные оценки. Обобщенное понятие точечных оценок. Метод моментов. Свойства точечных оценок. Метод наибольшего правдоподобия. Метод наименьших квадратов. Робастные оценки. Число степеней свободы.<br>Интервальные оценки. Понятие доверительных интервалов. Общий принцип построения доверительных интервалов. Применение доверительных интервалов для оценки точности информации и необходимого ее объема | 12 |
| 2.4.  | Алгоритм проверки статистических гипотез. Прием последовательного планирования эксперимента. Непараметрические критерии. Критерий знаков. Критерий согласия К. Пирсона.<br>Задачи многомерного статистического анализа. Виды задач изучения многофакторных систем. Состав статистического анализа. Вопросы статистического анализа. Прикладной смысл ковариации (коэффициента корреляции) и среднего квадратического отклонения.<br>Коррелированные и некоррелированные величины. Задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа   | 12 |
| 2.5.  | Понятие о корреляционной модели. Оценка тесноты связи факторов по доверительному интервалу для коэффициента корреляции и по корреляционному отношению. Алгоритм проведения корреляционного анализа.   | 16 |
| 2.6.  | Разбиение дисперсионной суммы однофакторного эксперимента. Остаточная и межгрупповая дисперсии. Многофакторная дисперсионная модель. Способы выполнения основных требований дисперсионного анализа. Алгоритм дисперсионного анализа.  | 16 |
| 2.7.  | Исследование вида и формы связи параметров по статистическим данным с помощью регрессионного анализа. Эквивалентность понятий регрессии, сглаживания и аппроксимации. Примеры проведения регрессионного анализа   | 16 |
| Раздел 3 Планирование и проведение экспериментальных исследований |   |    |
| 3.1   | Соотношение познанных и реальности. "Хорошо" и "плохо" организованные системы. Законы и закономерности. Цели научных и инженерных исследований. Необходимость отбора и обработки информации, создания модели и планирования эксперимента. Объект исследования. Факторы и уровни факторов. Основные направления в теории планирования эксперимента.  | 12 |
| 3.2.  | Метод текущего регрессионного анализа. Алгоритмы стохастической аппроксимации.  | 12 |
| 3.3   | Планирование линейного двухфакторного эксперимента. Модель линейного двухфакторного эксперимента. Неполноблочный сбалансированный план линейного двухфакторного четырехуровневого эксперимента. Выявление влияния двух факторов с помощью дисперсионного анализа.   | 8  |
| 3.4.  | . Выбор независимых переменных. Метод априорного ранжирования..   | 4  |
| 3.5.  | Принципы построения плана $2^K$ . Свойства полного факторного эксперимента $2^K$ . Математическая модель. Определение коэффициентов линейной модели.  | 8  |
| 3.6.  | Сущность метода «перевала» при освобождении линейных эффектов от взаимодействий первого порядка. Реплики большой дробности. Характеристики  | 16 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
|      | реплик различной дробности.   |     |
| 3.7. | Проведение эксперимента и статическая обработка его результатов. Проведение эксперимента. Реализация плана эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Дисперсия параметра оптимизации Проверка однородности дисперсий. Рандомизация. Разбиение матрицы на блоки. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Интерпретация полученных результатов | 12  |
| 3.8. | Планирование эксперимента с качественными факторами. Метод крутого восхождения (Метод Бокса – Уилсона).   | 16  |
|      | Итого   | 228 |

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине " Основы планирования эксперимента" [Электронный ресурс] : для обучающихся очной и заочной форме обучения по направлению подготовки 35.04.06 - Агроинженерия. / сост. Н Машрабов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — 0,2 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/81.pdf>

2. Методические указания и контрольные задания по математике. Часть 3. Теория вероятностей и математическая статистика для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» / сост. О.Е. Акулич, М.Н. Архипова. – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 57 с.

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/33.pdf>

3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине " Статистическая обработка данных" [Электронный ресурс] : для обучающихся очной и заочной форме обучения по направлению подготовки 35.04.06 - Агроинженерия. / сост. Н Машрабов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — 0,2 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/86.pdf>

4. Мусина, О.Н. Планирование и постановка научного эксперимента [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.Н. Мусина. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 88 с. : ил. - Библиогр. в кн. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274057>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная:**

1. Завражнов, А. И. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии [Электронный ресурс]: / Завражнов А. И. — Москва: Лань, 2013 .— Допущено Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебника для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по направлению 110300 — «Агроинженерия» . — Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5841/>

2. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4324](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4324)

3. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=41014](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014).

4. Туганбаев А. А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: / А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин - Москва: Лань, 2011 - 223 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=652..](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=652..)

5. Порсев, Е.Г. Организация и планирование экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Порсев. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 155 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228880>

6. Щурин, К.В. Методика и практика планирования и организации эксперимента: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.В. Щурин, Д. Косых ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. - 185 с. : ил. - Библиогр.: с. 177-178. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260761>

7. Емельянов, Г.В. Задачник по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Емельянов, В.П. Скитович. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2019. — 332 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_113941](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_113941)

8. Бородин, А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 255 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2026](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026) — Загл. с экрана.

9. Буре В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебник / Буре В. М., Парилина Е. М. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 416 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10249](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10249) — Загл. с экрана.

10. Васильков, Б. Корреляционный анализ [Электронный ресурс] / Б. Васильков. - М. : Лаборатория книги, 2010. - 48 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=97154>

11. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика [Электронный ресурс] / А.И. Кобзарь. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2012. - 816 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82617>

Дополнительная:

1. Изаков, Ф. Я. Планирование эксперимента и обработка опытных данных [Текст]: Учеб. пособие / ЧГАУ. — Челябинск: Б.и., 2003. — 104с.

2. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - М.:Флинта,2011.- 271 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>

3. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст]. — 8-е изд.,стер. — М.: Высшая школа, 2003. — 405с. : ил. — С прил. — ISBN 5-06-0041212-X

4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]. — 9-е изд.,стер. — М.: Высшая школа, 2003. — 479с. : ил. — С прил. — ISBN 5-06-004214-6.

5. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65949](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65949) — Загл. с экрана.

7. Волкова, В. Н. Моделирование систем [Электронный ресурс] : Подходы и методы / В.Н. Волкова ; Г.В. Горелова ; В.Н. Козлов ; Ю.И. Лыпарь ; Н.Б. Паклин. — Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2013. — 568 с.

ISBN 978-5-7422-4220-8. — Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986>.

8. Ефимова, М. Р. Общая теория статистики [Текст]: Учебник / М.Р.Ефимова, Е.В.Петрова, В.Н.Румянцев. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Инфра-М, 2005. - 416с..

#### **Периодические издания:**

«Достижение науки и техники АПК», «Техника и оборудование для села», «Техника в сельском хозяйстве», «Тракторы и сельхозмашины», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Сельскохозяйственные машины и технологии», «Сельский механизатор».

#### **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://ioypray.pdf>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине " Основы планирования эксперимента" [Электронный ресурс] : для обучающихся очной и заочной форме обучения по направлению подготовки 35.04.06 - Агроинженерия. / сост. Н Машрабов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — 0,2 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/81.pdf>

2. Методические указания и контрольные задания по математике. Часть 3. Теория вероятностей и математическая статистика для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» / сост. О.Е. Акулич, М.Н. Архипова. – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 57 с.

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/33.pdf>

3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине " Статистическая обработка данных" [Электронный ресурс] : для обучающихся очной и заочной форме обучения по направлению подготовки 35.04.06 - Агроинженерия. / сост. Н Машрабов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — 0,2 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/86.pdf>

4. Мусина, О.Н. Планирование и постановка научного эксперимента [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.Н. Мусина. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 88 с. : ил. - Библиогр. в кн. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274057>

5. Моделирование механизированных процессов в растениеводстве [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям / сост. А. П. Зырянов, М. В. Пятаев ; Южно-Уральский ГАУ .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015 .— 58 с. — Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emtp/16.pdf>

<http://188.43.29.221:8080/webdocs/emtp/16.pdf>

6. Планирование и обработка результатов двухфакторного активного эксперимента [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим занятиям / сост.: М. В. Пятаев, А. П. Зырянов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 .— 22 с. : ил., табл. — С прил. — 0,4 МВ . — Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emtp/65.pdf>

#### **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**



В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:  
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);  
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение:

- Windows 10 Home Single Language 1.0.63.71;
- Офисное программное обеспечение Microsoft OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmc;
- MyTestXPRo 11.0.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:**

1. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - № 124,126, 143, 145, 247, 249, 252, 253, 260

### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Помещение для самостоятельной работы обучающихся -149, 419 оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

### **Перечень оборудования и технических средств обучения**

| №   | Наименование оборудования   |
|-----|---|
| 1.  | Головка наплавочная   |
| 2.  | Полуавтомат для сварки в среде газа УДГУ-301                              |
| 3.  | Сварочный полуавтомат ПДГ-515   |
| 4.  | Станок наплавочный У653   |
| 5.  | Установка наплавочная УД-209  |
| 6.  | Регулятор расхода аргоновый   |
| 7.  | Установка вибродуговой наплавки   |
| 8.  | Осциллограф С1-55   |
| 9.  | Регулятор углекислотный с подогревом                                      |
| 10. | Установка сварочная (высокоскоростная)                                    |
| 11. | Генератор сигналов ГЗ-102   |
| 12. | Источник регулировки напряжения   |
| 13. | УстановкаУДГЗ-200   |
| 14. | Станок для проточки якорей  |
| 15. | Твердомер ТК14-250  |
| 16. | Станок для шлифовки кулачковых валов                                      |
| 17. | Станок ЗД-423   |
| 18. | Станок круглошлифовальный от СХТ  |
| 19. | Станок расточной  |
| 20. | Станок хонинговальный   |
| 21. | Станок хонинговальный 3833М   |
| 22. | Токарно-винторезный станок  |
| 23. | Токарно-винторезный станок  |
| 24. | Установка для наплавки ОКС56-11   |
| 25. | Тензоусилитель  |
| 26. | Осциллограф Н-117   |
| 27. | Стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры КИ-15711 |
| 28. | Стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры          |
| 29. | Стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры          |
| 30. | Стенд для испытания форсунок  |
| 31. | Прибор для проверки жиклеров  |

| №   | Наименование оборудования                          |
|-----|--|
| 32. | Прибор для проверки плунжерных пар                 |
| 33. | Персональные компьютеры – 2 шт.                    |
| 34. | Принтеры – 2 шт.                                   |
| 35. | Сканеры – 1 шт.                                    |
| 36. | Термометры   |
| 37. | Весы электронные.                                  |
| 38. | Люксметры  |
| 39. | Стенд для проверки электрооборудования Э-250-02    |
| 40. | Стенд для проверки электрооборудования             |
| 41. | Стенд для проверки электрооборудования             |
| 42. | Прибор для проверки якорей                         |
| 43. | Мост цифровой Омметр Р-383                         |
| 44. | Цифровой термостат VIS-TS                          |
| 45. | РН-МЕТР СНЕСЕР-1 с электродом                      |
| 46. | Стенд КИ-4515                                      |
| 47. | Стробоскопический тензомер                         |
| 48. | Стенд для тестирования смазочных материалов (МАСТ) |

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации  
обучающихся

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины.....   | 21 |
| 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....  | 23 |
| 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения дисциплины ..... | 28 |
| 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций .....   | 29 |
| 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....  | 29 |
| 4.1.1. Опрос на практическом занятии.....   | 29 |
| 4.1.2. Тестирование.....  | 31 |
| 4.1.3. Контрольная работа.....  | 39 |
| 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.  | 50 |
| 4.2.1. Экзамен.....   | 50 |

### 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН  |  |  | Наименование оценочных средств                         |                          |
|---|--|--|--|--|--------------------------|
|   | знания   | умения   | навыки   | Текущая аттестация                                     | Промежуточная аттестация |
| ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.                                    | основные понятия и определения, касающиеся экспериментальной работы, задачи инженерного эксперимента, проблемы, решаемые в ходе проведения экспериментальных исследований - (Б1.О.01 -З.1) | выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на объект экспериментального исследования - (Б1.О.01 -У.1)  | обоснованно выбирать факторы, оказывающие влияние на объект экспериментального исследования - (Б1.О.01 -Н.1) | 1. Ответ на практических занятиях;<br>2. Тестирование. | 1.Экзамен                |
| ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации             | источники априорной информации при экспериментальных исследованиях в агроинженерии- (Б1.О.01 -З.2)   | анализировать источники априорной информации при постановке задач эксперимента - (Б1.О.01 -У.2)  | поиска и анализа априорной информации при постановке задач экспериментальных исследований - (Б1.О.01 -Н.2)   | 1. Ответ на практических занятиях;<br>2. Тестирование. | 1.Экзамен                |
| ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения. | алгоритмов проведения инженерного эксперимента - (Б1.О.01 -З.3)  | обоснованно выбирать наиболее рациональный алгоритм проведения экспериментального исследования, необходимы для достижения поставленных цели и задач, исходя из критерия экономии материальных и трудовых затрат - (Б1.О.01 -У.3) | реализовывать алгоритм эксперимента на практике для достижения поставленных цели и задач - (Б1.О.01 -Н.3)    | 1. Ответ на практических занятиях;<br>2. Тестирование. | 1.Экзамен                |
| ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели  | Стратегию пошагового достижения поставленной цели  | Разрабатывает стратегию пошагового достижения поставленной цели  | пошагового достижения поставленной цели предвидя ре-   | 1. Ответ на практических занятиях                      | 1.Экзамен                |

|  |  |   |   |                           |  |
|--|--|---|---|---------------------------|--|
| ли как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности | предвидя результаты экспериментов - (Б1.О.01 -З.4) | ной цели предвидя результаты экспериментов - (Б1.О.01 -У.4) | зультаты экспериментов - (Б1.О.01 -Н.4) | тиях;<br>2. Тестирование. |  |
|--|--|---|---|---------------------------|--|

УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН  |   |   | Наименование оценочных средств                         |                          |
|---|--|---|---|--|--------------------------|
|   | знания   | умения  | навыки  | Текущая аттестация                                     | Промежуточная аттестация |
| ИД-2 УК-4 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные. | о методах интерпретации и представления полученных экспериментальных данных с использованием современных коммуникативных технологий - (Б1.О.01 -З.5) | применять современные коммуникативные технологии при интерпретации и представлении полученных в ходе проведения экспериментальных исследований данных | защищать полученные экспериментальным путем данные на научных конференциях с использованием современных коммуникативных технологий - (Б1.О.01 -Н.5) | 1. Ответ на практических занятиях;<br>2. Тестирование. | 1.Экзамен                |

ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Формируемые ЗУН                            |  |  | Наименование оценочных средств |                          |
|--|--|--|--|--------------------------------|--------------------------|
|  | знания                                     | умения                                     | навыки                                     | Текущая аттестация             | Промежуточная аттестация |
| ИД-1 ОПК-4 Проводит научные исследования,            | о программах и методах проведения экспери- | составлять программу экспериментальных ис- | проводить экспериментальные исследования в | 1. Ответ на практических заня- | 1.Экзамен                |

|   |   |   |  |                           |  |
|---|---|---|--|---------------------------|--|
| анализирует результаты и готовит отчетные документы | ментальных исследований в агроинженерии и используемой при этом инструментальном оснащении - (Б1.О.01 -3.6) | следований и подбирать инструментальные средства для проведения эксперимента - (Б1.О.01 -У.6) | соответствии с разработанной программой - (Б1.О.01 -Н.6) | тиях;<br>2. Тестирование. |  |
|---|---|---|--|---------------------------|--|

ПКО-3 Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН  |   |  | Наименование оценочных средств                         |                          |
|---|--|---|--|--|--------------------------|
|   | знания   | умения  | навыки   | Текущая аттестация                                     | Промежуточная аттестация |
| ИД-1 ПК-3 Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты | о методиках проведения экспериментов и статистической обработке полученных экспериментальных данных - (Б1.О.01 -3.7) | обоснованно выбирать рациональную методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных - (Б1.О.01 -У.7) | проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных - (Б1.О.01 -Н.7) | 1. Ответ на практических занятиях;<br>2. Тестирование. | 1.Экзамен                |

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |   |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|---|
|                             | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.О.01 -3.1                | Обучающийся не знает основные понятия и определения, касающиеся экспериментальной работы, задачи инженерного эксперимента, проблемы, решаемые в ходе проведения экспериментальных исследований | Обучающийся слабо знает основные понятия и определения, касающиеся экспериментальной работы, задачи инженерного эксперимента, проблемы, решаемые в ходе проведения экспериментальных исследований | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные понятия и определения, касающиеся экспериментальной работы, задачи инженерного эксперимента, проблемы, решаемые в ходе проведения экспериментальных исследований | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные понятия и определения, касающиеся экспериментальной работы, задачи инженерного эксперимента, проблемы, решаемые в ходе проведения экспериментальных исследований |

|              |   |  |   |   |
|--------------|---|--|---|---|
|              |   |  | риментальных исследований   | исследований  |
| Б1.О.01 -У.1 | Обучающийся не умеет выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на объект экспериментального исследования             | Обучающийся слабо умеет выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на объект экспериментального исследования             | Обучающийся с незначительными ошибками умеет выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на объект экспериментального исследования             | Обучающийся умеет выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на объект экспериментального исследования                      |
| Б1.О.01 -Н.1 | Обучающийся не владеет навыками обоснованно выбирать факторы, оказывающие влияние на объект экспериментального исследования | Обучающийся слабо владеет навыками обоснованно выбирать факторы, оказывающие влияние на объект экспериментального исследования | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками обоснованно выбирать факторы, оказывающие влияние на объект экспериментального исследования | Обучающийся свободно владеет навыками обоснованно выбирать факторы, оказывающие влияние на объект экспериментального исследования |

ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине  |  |  |  |
|-----------------------------|---|--|--|--|
|                             | Недостаточный уровень   | Достаточный уровень  | Средний уровень  | Высокий уровень  |
| Б1.О.01 -З.2                | Обучающийся не знает источники априорной информации при экспериментальных исследованиях в агроинженерии                   | Обучающийся слабо знает источники априорной информации при экспериментальных исследованиях в агроинженерии                   | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает источники априорной информации при экспериментальных исследованиях в агроинженерии | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает источники априорной информации при экспериментальных исследованиях в агроинженерии |
| Б1.О.01 -У.2                | Обучающийся не умеет анализировать источники априорной информации при постановке задач эксперимента                       | Обучающийся слабо умеет анализировать источники априорной информации при постановке задач эксперимента                       | Обучающийся с незначительными ошибками умеет анализировать источники априорной информации при постановке задач эксперимента                            | Обучающийся умеет анализировать источники априорной информации при постановке задач эксперимента   |
| Б1.О.01 -Н.2                | Обучающийся не владеет навыками поиска и анализа априорной информации при постановке задач экспериментальных исследований | Обучающийся слабо владеет навыками поиска и анализа априорной информации при постановке задач экспериментальных исследований | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками поиска и анализа априорной информации при постановке задач экспериментальных исследований      | Обучающийся свободно владеет навыками поиска и анализа априорной информации при постановке задач экспериментальных исследований              |



|  |  |  |                      |  |
|--|--|--|----------------------|--|
|  |  |  | тальных исследований |  |
|--|--|--|----------------------|--|

ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |   |  |   |
|-----------------------------|--|---|--|---|
|                             | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень  | Высокий уровень   |
| Б1.О.01 -З.3                | Обучающийся не знает алгоритмы проведения инженерного эксперимента   | Обучающийся слабо знает алгоритмы проведения инженерного эксперимента   | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает алгоритмы проведения инженерного эксперимента  | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает алгоритмы проведения инженерного эксперимента   |
| Б1.О.01 -У.3                | Обучающийся не умеет обоснованно выбирать наиболее рациональный алгоритм проведения экспериментального исследования, необходимы для достижения поставленных цели и задач, исходя из критерия экономии материальных и трудовых затрат | Обучающийся слабо умеет обоснованно выбирать наиболее рациональный алгоритм проведения экспериментального исследования, необходимы для достижения поставленных цели и задач, исходя из критерия экономии материальных и трудовых затрат | Обучающийся с незначительными ошибками умеет обоснованно выбирать наиболее рациональный алгоритм проведения экспериментального исследования, необходимы для достижения поставленных цели и задач, исходя из критерия экономии материальных и трудовых затрат | Обучающийся умеет обоснованно выбирать наиболее рациональный алгоритм проведения экспериментального исследования, необходимы для достижения поставленных цели и задач, исходя из критерия экономии материальных и трудовых затрат |
| Б1.О.01 -Н.4                | Обучающийся не владеет навыками реализовывать алгоритм эксперимента на практике для достижения поставленных цели и задач   | Обучающийся слабо владеет навыками реализовывать алгоритм эксперимента на практике для достижения поставленных цели и задач   | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками реализовывать алгоритм эксперимента на практике для достижения поставленных цели и задач   | Обучающийся свободно владеет навыками реализовывать алгоритм эксперимента на практике для достижения поставленных цели и задач  |

ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине               |   |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|---|
|                             | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.О.01 -З.4                | Обучающийся не знает стратегию пошагового достижения поставленной цели пред- | Обучающийся слабо знает стратегию пошагового достижения поставленной цели пред- | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает страте- | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает стратегию пошаго- |

|              |  |   |  |   |
|--------------|--|---|--|---|
|              | видя результаты экспериментов  | видя результаты экспериментов   | гию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов  | вого достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов   |
| Б1.О.01 -У.4 | Обучающийся не умеет разрабатывает стратегию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов | Обучающийся слабо умеет разрабатывает стратегию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов | Обучающийся с незначительными ошибками умеет разрабатывает стратегию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов | Обучающийся умеет разрабатывает стратегию пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов |
| Б1.О.01 -Н.4 | Обучающийся не владеет навыками пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов              | Обучающийся слабо владеет навыками пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов              | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов              | Обучающийся свободно владеет навыками пошагового достижения поставленной цели предвидя результаты экспериментов     |

УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |   |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|---|
|                             | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.О.01 -3.5                | Обучающийся не знает о методах интерпретации и представления полученных экспериментальных данных с использованием современных коммуникативных технологий                   | Обучающийся слабо знает о методах интерпретации и представления полученных экспериментальных данных с использованием современных коммуникативных технологий                   | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает о методах интерпретации и представления полученных экспериментальных данных с использованием современных коммуникативных технологий | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает о методах интерпретации и представления полученных экспериментальных данных с использованием современных коммуникативных технологий |
| Б1.О.01 -У.5                | Обучающийся не умеет применять современные коммуникативные технологии при интерпретации и представлении полученных в ходе проведения экспериментальных исследований данных | Обучающийся слабо умеет применять современные коммуникативные технологии при интерпретации и представлении полученных в ходе проведения экспериментальных исследований данных | Обучающийся с незначительными ошибками умеет применять современные коммуникативные технологии при интерпретации и представлении полученных в ходе проведения экспериментальных исследований данных      | Обучающийся умеет применять современные коммуникативные технологии при интерпретации и представлении полученных в ходе проведения экспериментальных исследований данных                       |

|              |  |   |  |  |
|--------------|--|---|--|--|
| Б1.О.01 -Н.5 | Обучающийся не владеет навыками защищать полученные экспериментальным путем данных на научных конференциях с использованием современных коммуникативных технологий | Обучающийся слабо владеет навыками защищать полученные экспериментальным путем данных на научных конференциях с использованием современных коммуникативных технологий | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками защищать полученные экспериментальным путем данных на научных конференциях с использованием современных коммуникативных технологий | Обучающийся свободно владеет навыками защищать полученные экспериментальным путем данных на научных конференциях с использованием современных коммуникативных технологий |
|--------------|--|---|--|--|

ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |   |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|---|
|                             | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.О.01 -3.6                | Обучающийся не знает о программах и методах проведения экспериментальных исследований в агроинженерии и используемой при этом инструментальной оснащении | Обучающийся слабо знает о программах и методах проведения экспериментальных исследований в агроинженерии и используемой при этом инструментальной оснащении | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает о программах и методах проведения экспериментальных исследований в агроинженерии и используемой при этом инструментальной оснащении | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает о программах и методах проведения экспериментальных исследований в агроинженерии и используемой при этом инструментальной оснащении |
| Б1.О.01 -У.6                | Обучающийся не умеет составлять программу экспериментальных исследований и подбирать инструментальные средства для проведения эксперимента               | Обучающийся слабо умеет составлять программу экспериментальных исследований и подбирать инструментальные средства для проведения эксперимента               | Обучающийся с незначительными ошибками умеет составлять программу экспериментальных исследований и подбирать инструментальные средства для проведения эксперимента                                      | Обучающийся умеет составлять программу экспериментальных исследований и подбирать инструментальные средства для проведения эксперимента   |
| Б1.О.01 -Н.6                | Обучающийся не владеет навыками проводить экспериментальные исследования в соответствии с разработанной программой                                       | Обучающийся слабо владеет навыками проводить экспериментальные исследования в соответствии с разработанной программой                                       | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проводить экспериментальные исследования в соответствии с разработанной программой  | Обучающийся свободно владеет навыками проводить экспериментальные исследования в соответствии с разработанной программой  |

ПКО-3 Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине  |  |   |   |
|-----------------------------|---|--|---|---|
|                             | Недостаточный уровень   | Достаточный уровень  | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.О.01 -З.7                | Обучающийся не знает о методиках проведения экспериментов и статистической обработке полученных экспериментальных данных                | Обучающийся слабо знает о методиках проведения экспериментов и статистической обработке полученных экспериментальных данных                | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает о методиках проведения экспериментов и статистической обработке полученных экспериментальных данных | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает о методиках проведения экспериментов и статистической обработке полученных экспериментальных данных |
| Б1.О.01 -У.7                | Обучающийся не умеет обоснованно выбирать рациональную методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных | Обучающийся слабо умеет обоснованно выбирать рациональную методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных | Обучающийся с незначительными ошибками умеет обоснованно выбирать рациональную методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных         | Обучающийся умеет обоснованно выбирать рациональную методику проведения экспериментальных исследований и обработки полученных данных                          |
| Б1.О.01 -Н.7                | Обучающийся не владеет навыками проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных                                 | Обучающийся слабо владеет навыками проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных                                 | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных   | Обучающийся свободно владеет навыками проведения статистической обработки полученных экспериментальных данных   |

### 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине " Основы планирования эксперимента" [Электронный ресурс] : для обучающихся очной и заочной форме обучения по направлению подготовки 35.04.06 - Агроинженерия. / сост. Н Машрабов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — 0,2 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/81.pdf>

2. Методические указания и контрольные задания по математике. Часть 3. Теория вероятностей и математическая статистика для самостоятельной работы студентов очной формы обучения, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» / сост. О.Е. Акулич, М.Н. Архипова. – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 57 с.

<http://192.168.0.1:8080/localdocs/vmat/33.pdf>

3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине " Статистическая обработка данных" [Электронный ресурс] : для обучающихся очной и заочной форме обучения по направлению подготовки 35.04.06 - Агроинженерия. / сост. Н Машрабов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — 0,2 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/86.pdf>

4. Мусина, О.Н. Планирование и постановка научного эксперимента [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.Н. Мусина. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 88 с. : ил. - Библиогр. в кн. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274057>

5. Моделирование механизированных процессов в растениеводстве [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям / сост. А. П. Зырянов, М. В. Пятаев ; Южно-Уральский ГАУ .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015 .— 58 с. — Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emtp/16.pdf>

<http://188.43.29.221:8080/webdocs/emtp/16.pdf>

6. Планирование и обработка результатов двухфакторного активного эксперимента [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим занятиям / сост.: М. В. Пятаев, А. П. Зырянов ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 .— 22 с. : ил., табл. — С прил. — 0,4 МВ . — Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emtp/65.pdf>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, по дисциплине «Методика экспериментальных исследований», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### **4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

##### **4.1.1. Ответ на практическом занятии**

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

| №  | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции   |
|----|--|---|
|    | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины         |   |
| 1. | Классификация научных проблем<br>Научная проблема, проблемная ситуация в АПК.<br>Цели и задачи научного исследования.<br>Проблема метода в философии.<br>Связь между научной проблемой, проблемной ситуацией в АПК | ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.                      |
| 2. | Причины образования проблемной ситуации.<br>Требования, предъявляемые к научным проблемам.<br>Выбор и постановка научных проблем.<br>Разработка и решение научных проблем.   | ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информа- |

|    |   | ции  |
|----|---|--|
| 3. | Сбор и анализ априорной информации перед планированием эксперимента.<br>Требования предъявляемые к априорной информации.<br>Опыт, испытание.<br>Виды эксперимента.  | ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения   |
| 4. | Этапы в проведении или структура эксперимента, дать их характеристику.<br>Общие требования к проведению эксперимента<br>Структура программы исследования.<br>Сущность первичной обработки данных.<br>Общая методика экспериментальных исследований<br>Частные методики экспериментальных исследований в агроинженерии.<br>Качественные и количественные методики исследований | ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности |
| 5. | Принципы и задачи проверки значимости полученной математической модели изучаемого процесса.<br>Принципы, используемые при интерпретации полученных результатов<br>Обсуждение и апробация полученных результатов на различных уровнях  | ИД-2 УК-4 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные   |
| 6. | Определение: наблюдение, эксперимент, измерения.<br>Техника исследования.<br>Процедура исследования.<br>Требования к наблюдению.<br>Итог исследования – описание.   | ИД-1 ОПК-4 Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы  |
| 7. | Структура программы исследования.<br>Сущность первичной обработки данных.<br>Основные этапы (например: предварительные эксперименты; поисковые эксперименты; выделение факторов, существенно влияющих на процесс).  | ИД-1 ПК-3 Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты  |

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

| Шкала                 | Критерии оценивания  |
|-----------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов;</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрировано умение решать задачи;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul> |
| Оценка 4              | ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом  |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| (хорошо)                          | имеет место один из недостатков:<br>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;<br>- в решении задач допущены незначительные неточности.   |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | - неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;<br>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;<br>- неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации. |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | - не раскрыто основное содержание учебного материала;<br>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;<br>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.  |

#### 4.1.2. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

| №  | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции  |
|----|---|--|
|    | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |  |
| 1. | <p><b>1. Какие виды познавательной деятельности использует человек?</b><br/>А) Изучение и испытание<br/>Б) Изучение, исследование и испытание*<br/>В) Исследование<br/>Г) Изучение</p> <p><b>2. Что означает: "свойство объектов одного класса отличаться друг от друга по одному и тому же признаку даже в однородных совокупностях"?</b><br/>А) Производительность<br/>Б) Изменчивость*<br/>В) Варьирование<br/>Г) Закономерность</p> <p><b>3. Что означает: "часть объектов генеральной совокупности, включенных в обследование для характеристики совокупности по нужным признакам"?</b><br/>А) Основные<br/>Б) Выборка*<br/>В) Определенное множество<br/>Г) Опытный образец</p> <p><b>4. Какие этапы научного планирования выделяются при проведении исследований?</b><br/>А) Планирование, проведение эксперимента, формулирование выво-</p> | ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    | <p>дов</p> <p>Б) Планирование, закладка эксперимента, накопление первичных данных, математический анализ с последующим формулированием выводов и предложений производству*</p> <p>В) Проведение исследований, математическая обработка полученных данных</p> <p>Г) Планирование, накопление первичных данных, формулирование выводов и предложений производству</p> <p><b>5. Какие методы предназначены для накопления первичных данных об объектах исследования?</b></p> <p>А) Наблюдение и дисперсионный анализ</p> <p>Б) Эксперимент и вариационный анализ</p> <p>В) Наблюдение и эксперимент*</p> <p>Г) Вариационный анализ и дисперсионный анализ</p> <p><b>6. Что называют вариантами опыта?</b></p> <p>А) Обработка результатов эксперимента</p> <p>Б) Определенная разновидность исследуемого фактора, от которого надеются получать лучшие результаты *</p> <p>В) Повторения в опыте</p> <p>Г) Разновидности опытов</p> <p><b>7. Что такое схема эксперимента?</b></p> <p>А) Размещение вариантов и повторений на опытном образце</p> <p>Б) Перечень опытных и контрольных вариантов, включаемых в эксперимент для проверки гипотезы*</p> <p>В) Чертеж, на котором размещены границы эксперимента</p> <p>Г) Перечень методов исследования, которые планируется проводить в эксперименте</p> <p><b>8. Какая продолжительность во времени кратковременных опытов?</b></p> <p>А) 1-3 года</p> <p>Б) 4-10 лет*</p> <p>В) 11-50 лет</p> <p>Г) более 50 лет</p> <p><b>9. Какая продолжительность во времени многолетних опытов?</b></p> <p>А) 1-3 года</p> <p>Б) 4-10 лет</p> <p>В) 11-50 лет*</p> <p>Г) более 50 лет</p> <p><b>10. В каких опытах изучается влияние нескольких факторов?</b></p> <p>А) Многолетних</p> <p>Б) Многофакторных*</p> <p>В) Однофакторных</p> <p>Г) Многосекторных</p> |   |
| 2. | <p><b>1. Если на опытах наблюдается сильное варьирование условий, то в этом случае надо...?</b></p> <p>А) Увеличить повторность опыта*</p> <p>Б) Увеличить количество экспериментов</p> <p>В) Увеличить число вариантов в схеме эксперимента</p> <p>Г) Уменьшить количество экспериментов</p> <p><b>2. Что означает: "научное предположение, истинное значение которого является неопределенным"?</b></p> <p>А) Умозаключение</p> <p>Б) Суждение</p> <p>В) Дедукция</p> <p>Г) Гипотеза*</p> <p><b>3. Что означает: "целенаправленное сосредоточение внимания исследователя на явлениях эксперимента или природы, их количе-</b></p>   | ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    | <p><b>ственная и качественная регистрация"?</b></p> <p>А) Эксперимент<br/> Б) Наблюдение*<br/> В) Статистический анализ<br/> Г) Опыт</p> <p><b>4. Что означает "воспроизводимость результатов опыта"?</b></p> <p>А) При повторе опыта в идентичных условиях и при аналогичных методиках должны получить аналогичные результаты*<br/> Б) Результаты опыта должны быть такими же и в других условиях<br/> В) В следующем году исследований результаты опыта должны повториться<br/> Г) Что даже при изменении условий опыта и методик исследования результаты опыта должны подтвердиться</p> <p><b>5. Если уровень значимости 5%-ный, чему будет равен уровень вероятности?</b></p> <p>А) 90 %<br/> Б) 95 %*<br/> В) 99 %<br/> Г) 100 %</p> <p><b>6. Как расшифровывается НСР</b></p> <p>А) Наибольший существенный результат<br/> Б) Head Certain Point<br/> В) Наибольшая средняя разница<br/> Г) Наименьшая существенная разность*</p> <p><b>7. Какая разновидность ошибок приводит к завышению или занижению результатов исследований под действием определенных факторов ?</b></p> <p>А) Систематические*<br/> Б) Грубые<br/> В) Случайные<br/> Г) Однонаправленные</p> <p><b>8. Как называются ошибки, возникающие при просчетах в процессе работы?</b></p> <p>А) Систематические<br/> Б) Случайные<br/> В) Грубые*<br/> Г) Однонаправленные</p> <p><b>9. С какой целью закладываются повторения эксперимента?</b></p> <p>А) Для увеличения числа опытов<br/> Б) Для увеличения повторности эксперимента<br/> В) Для учета влияния условий в опыте<br/> Г) Для уменьшения погрешности эксперимента*</p> <p><b>10. При рандомизированном размещении варианты в опыте размещаются?</b></p> <p>А) последовательно<br/> Б) случайно*<br/> В) один вариант контроля чередуется с одним опытным вариантом<br/> Г) один вариант контроля чередуется с двумя опытным вариантом</p> |  |
| 3. | <p><b>11. Какой из вариантов ответа относится к систематическому размещению вариантов в опыте?</b></p> <p>А) 1 2 3 4 5*<br/> Б) 1 2 1 3 1 4 1 5<br/> В) 1 2 3 1 4 5<br/> Г) 3 5 1 2 4</p> <p><b>2. Какое размещение вариантов в опыте относится к Дактиль-методу?</b></p>  | ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения |

- А) 1 2 3 4 5
- Б) 1 2 1 3 1 4 1 5
- В) 1 2 3 1 4 5\*
- Г) 3 5 1 2 4

**3. Чем отличается метод полной рендомизации от метода рендомизированных повторений?**

- А) В методе полной рендомизации не создаются повторения\*
- Б) В методе полной рендомизации больше вариантов
- В) В методе полной рендомизации меньше погрешность опыта
- Г) В методе полной рендомизации варианты внутри повторений размещаются по жребию (случайно)

**4. В каком методе размещения вариантов повторения закладываются в 2-х направлениях – горизонтально и вертикально?**

- А) Метод полной рендомизации
- Б) Метод рендомизированных повторений
- В) Ямб - и Дактиль-методы
- Г) Латинский квадрат и латинский прямоугольник\*

**5. В каком методе размещения вариантов число вариантов должно равняться числу повторностей?**

- А) Метод полной рендомизации
- Б) Метод рендомизированных повторений
- В) Латинский квадрат\*
- Г) Латинский прямоугольник

**6. Каким символом обозначается дисперсия?**

- А) s
- Б) s<sup>2</sup> \*
- В) V
- Г) n

$$V = \frac{s \times 100}{y} ?$$

**7. Какой показатель находится по формуле:**

- А) Стандартное отклонение
- Б) Коэффициент вариации\*
- В) Допустимая относительная ошибка
- Г) Объем выборки

**8. Какой показатель находится по формуле:**  $HCP = t_{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{2 \times s_z^2}{n}}$  ?

- А) Head Certain Point
- Б) Наибольший существенный результат
- В) Наименьшая существенная разность\*
- Г) Наибольшая средняя разница

**9. По какой формуле находится стандартное отклонение?**

|    |                            |
|----|----------------------------|
| А) | $s = \sqrt{\frac{X}{n-1}}$ |
| Б) | $s = \sqrt{X - x^2}$       |
| В) | $s = \sqrt{s^2} *$         |
| Г) | $s = \sqrt{x^2}$           |

4. **1. Что такое поверхность отклика?**

- А). Графическая интерпретация регрессионной модели\*;
- Б). График, отражающий степень влияния факторов на критерий оптимизации;
- В). Графическая интерпретация зависимости критерия оптимизации от

ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, пред-

|    |   |  |                                      |    |                                      |    |                                    |   |
|----|---|--|--------------------------------------|----|--------------------------------------|----|------------------------------------|---|
|    | <p>контролируемых факторов.</p> <p><b>2. Для чего производится раскодировка уравнения регрессии?</b><br/>         А). Для использования в инженерных расчетах*;<br/>         Б). Для проверки модели на адекватность;<br/>         В). для исключения статистически незначимых коэффициентов.</p> <p><b>3. С какой целью производится проверка статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии?</b><br/>         А) для исключения статистически незначимых коэффициентов*;<br/>         Б) для добавления коэффициентов в уравнение;<br/>         В) с целью приведения уравнения регрессии к каноническому виду.</p> <p><b>4.. На каких уровнях варьируются факторы при реализации планов полных факторных экспериментов?</b><br/>         А) нижний и верхний*;<br/>         Б) нижний и основной;<br/>         В) нижний, основной и верхний</p> <p><b>5. Каково обязательное условие для реализации планов дробных факторных экспериментов?</b><br/>         А) незначимость коэффициентов при факторах парного взаимодействия*;<br/>         Б) значимость коэффициентов при факторах факторов парного взаимодействия;<br/>         В) варьирование управляемых факторов на трех уровнях</p> <p><b>6. Какие типы факторов выделяются в теории планирования эксперимента?</b><br/>         А) управляемые, контролируемые, неуправляемые и неконтролируемые*;<br/>         Б) управляемые, контролируемые;<br/>         В) управляемые, контролируемые, малозначимые</p> <p><b>7. Назовите основную цель реализации ортогональных центральных композиционных планов?</b><br/>         А) повысить точность модели*;<br/>         Б) усложнить модель;<br/>         В) использовать модель в инженерных целях</p> <p><b>8. Назовите основную цель реализации ортогональных центральных композиционных планов?</b><br/>         А) повысить точность модели*;<br/>         Б) усложнить модель;<br/>         В) использовать модель в инженерных целях</p> <p><b>9. Как можно повысить точность регрессионной модели?</b><br/>         А) уменьшить диапазон варьирования;<br/>         Б) увеличить диапазон варьирования;<br/>         В) провести эксперимент в другой области факторного пространства.</p> <p><b>10. Если модель описывается полиномом первой степени, то каким образом будет выглядеть поверхность отклика?</b><br/>         А) в виде плоскости*;<br/>         Б) в виде седлообразной поверхности;<br/>         В) в виде поверхности имеющей ярко выраженный оптимум</p> | <p>видя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p> |                                      |    |                                      |    |                                    |   |
| 5. | <p><b>1. По какой формуле находят погрешность выборочной средней?</b></p> <table border="1" data-bbox="248 1800 684 2065"> <tr> <td data-bbox="248 1800 437 1901">А)</td> <td data-bbox="437 1800 684 1901"><math>s_{\bar{y}} = \frac{s}{\sqrt{n}}</math>*</td> </tr> <tr> <td data-bbox="248 1901 437 1984">Б)</td> <td data-bbox="437 1901 684 1984"><math>s_{\bar{y}} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}</math></td> </tr> <tr> <td data-bbox="248 1984 437 2065">В)</td> <td data-bbox="437 1984 684 2065"><math>s_{\bar{y}} = \frac{V}{\sqrt{n}}</math></td> </tr> </table>  | А)   | $s_{\bar{y}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$ * | Б) | $s_{\bar{y}} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$ | В) | $s_{\bar{y}} = \frac{V}{\sqrt{n}}$ | <p>ИД-2 УК-4 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные</p> |
| А) | $s_{\bar{y}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$ *  |  |                                      |    |                                      |    |                                    |   |
| Б) | $s_{\bar{y}} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$  |  |                                      |    |                                      |    |                                    |   |
| В) | $s_{\bar{y}} = \frac{V}{\sqrt{n}}$  |  |                                      |    |                                      |    |                                    |   |

Г)

$$s_{\bar{y}} = \frac{V}{\sqrt{n-1}}$$

**2. Какая будет степень изменчивости признаков при  $V = 12 \%$**

- А) Слабая
- Б) Сильная
- В) Средняя\*
- Г) Очень сильная

**3. Какая будет степень изменчивости признаков при  $V = 35 \%$**

- А) Слабая
- Б) Сильная\*
- В) Средняя
- Г) Очень сильная

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

**4. По этой формуле рассчитывают?**

- А) Распределение Стьюдента
- Б) Закон нормального распределения Гаусса
- В) Распределение Фишера\*
- Г) Распределение Пирсона

**5. Какая проявляется форма корреляции, когда при увеличении одних признаков соответственно увеличиваются другие признаки?**

- А) Криволинейная
- Б) Прямолинейная\*
- В) Качественная
- Г) Количественная

**6. Когда исследуется связь между двумя признаками, то это корреляция?**

- А) Простая \*
- Б) Множественная
- В) Средняя
- Г) Промежуточная

**7. Степень и особенности изменения одного из признаков (X) на единицу другого (Y) – это...**

- А) корреляция
- Б) вариация
- В) дисперсия
- Г) регрессия\*

**8. Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?**

- А) методика,
- Б) методология,
- В) планирование эксперимента\* ,
- Г) программа.

**9. Как называется чисто экспериментальная процедура, проводимая с целью выявления из априорного множества факторов тех, которые оказывают наибольшее влияние на выходной параметр объекта исследований?**

- А) метод априорного ранжирования,
- Б) отсеивающий последовательный эксперимент\* ,
- В) метод случайного баланса,
- Г) метод эволюционного планирования.

**10) Что такое сверхнасыщенные экспериментальные планы?**

- А) когда число опытов равно числу факторов,

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | <p>Б) когда число опытов меньше числа факторов * ,<br/> В) когда число опытов больше числа факторов,<br/> Г) число степеней свободы положительно.</p> <p><b>11. В чем состоит назначение рандомизации перемешивания всех опытов по закону случайных чисел?</b><br/> А) получение независимой оценки выхода,<br/> Б) возможность воспроизводимости эксперимента,<br/> В) перевод систематической в случайную*<br/> Г) смешение дисперсии выхода.</p>   |  |
| 6. | <p><b>1) Что такое матрица планирования эксперимента?</b><br/> А) таблица, обеспечивающая рандомизацию экспериментальных исследований,<br/> Б) таблица, задающая общее число экспериментов,<br/> В) таблица, задающая последовательность проведения отдельных экспериментов,<br/> Г) таблица, включающая условия проведения отдельных экспериментов * ,</p> <p><b>2.Что такое совместимость факторов при многофакторном эксперименте?</b><br/> А) функциональная зависимость факторов от величин других факторов,<br/> Б) наличие линейной корреляции между факторами,<br/> В) осуществимость и безопасность при взаимодействии факторов * ,<br/> Г) значительные колебания факторов, носящих случайный характер.</p> <p><b>3. Что такое интервал варьирования факторов?</b><br/> А) интервал от 0 до наименьшего значения фактора,<br/> Б) полуразность наибольшего и наименьшего значения фактора * ,<br/> В) интервал от 0 до наибольшего значения фактора,<br/> Г) разность наибольшего и наименьшего значения фактора.</p> <p><b>4.Что такое полный факторный эксперимент?</b><br/> А) эксперимент, имеющий два уровня варьирования факторов,<br/> Б) эксперимент, имеющий три уровня варьирования факторов<br/> В) эксперимент, когда выполняются все возможные сочетания уровней факторов * ,<br/> Г) эксперимент, в модели которого имеются смешанные взаимодействия.</p> <p><b>5.Сколько серий параллельных экспериментов включает двух-уровневый полнофакторный эксперимент при трех факторах?</b><br/> А)12, Б) 8 * , В) 9, Г) 16.</p> <p><b>6.Какой критерий используется для оценки адекватности регрессионной модели?</b><br/> А) Пирсона,Б) Стьюдента,В) Фишер* а ,Г) Кохрена.</p> <p><b>7.Что послужило математической основой разработки дробного факторного эксперимента?</b><br/> А) наличие избыточной информации для построения линейной модели,<br/> Б) не значимость коэффициентов при смешанных взаимодействиях,<br/> В) сокращение количества опытов , *<br/> Г) увеличение скорости роста числа опытов по сравнению с ростом количества исследуемых факторов.</p> <p><b>8.Сколько серий параллельных опытов включает дробный двух-уровневый факторный эксперимент в виде полуреплики трех факторов?</b><br/> А) 4 * , Б) 6, В) 8, Г) 9.</p> <p><b>9.В плане ДФЭ <math>2^{k-p}</math> р - это:</b><br/> А) показатель дробности плана ПФЭ* ,</p> | <p>ИД-1 ОПК-4 Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы</p> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | <p>Б) количество возможных генерирующих отношений,<br/> В).число проведенных параллельных опытов,<br/> Г) коэффициент, показывающий, во сколько раз уменьшится количество экспериментов по сравнению с ПФЭ 2к.<br/> <b>10.Сколько можно получить различных генерирующих соотношений для ДФЭ 2<sup>4-1</sup>?</b><br/> А) 4 *, Б) 3, В) 2, Г) 1.</p>  |   |
| 7. | <p><b>1.Какой критерий служит для оценки статистической однородности дисперсии выхода?</b><br/> А) критерий Колмогорова,<br/> Б) критерий Кохрена *,<br/> В) критерий Пирсона,<br/> Г) критерий Стьюдента.<br/> <b>2.Число опытов в плане ДФЭ 2<sup>6-1</sup> меньше, чем в плане ПФЭ 2<sup>6</sup>:</b><br/> А) в два раза *,<br/> Б) в четыре раза,<br/> В) на восемь опытов,<br/> Г) на четыре опыта.<br/> <b>3.Как называется величина, показывающая с каким из эффектов смешан основной эффект фактора при ДФЭ?</b><br/> А) целевой функцией,<br/> Б) репликой,<br/> В) генерирующее соотношение *,<br/> Г) определяющий контраст.<br/> <b>4.Число опытов в плане ДФЭ 2<sup>6-1</sup> равно:</b><br/> А) 8, Б) 16, В) 32 *, Г) 64.<br/> <b>5.Число опытов в плане ДФЭ 2<sup>6-2</sup> меньше, чем в плане ПФЭ 2<sup>6</sup> :</b><br/> А) в два раза,<br/> Б) в четыре раза *,<br/> В) на восемь опытов,<br/> Г) на шестнадцать опытов.<br/> <b>6.Число опытов в плане ДФЭ 2<sup>6-2</sup> равно:</b><br/> А) 8, Б) 16 *, В) 32, Г) 64.<br/> <b>7.Число опытов в плане ДФЭ 2<sup>5-1</sup> равно:</b><br/> А) 8, Б) 16 *, В) 32, Г) 64.<br/> <b>8.Число опытов в плане ДФЭ 2<sup>5-2</sup> равно:</b><br/> А) 8*, Б) 16, В) 32, Г) 64.<br/> <b>9.Что оценивается при помощи критерия Кохрена?</b><br/> А) значимость коэффициентов уравнения регрессии,<br/> Б) статистическая однородность дисперсии выхода , *<br/> В) адекватность регрессионной модели,<br/> Г) значимость фактора при проведении дисперсионного анализа.<br/> <b>10.Что оценивается при помощи критерия Стьюдента?</b><br/> А) значимость коэффициентов уравнения регрессии *,<br/> Б) статистическая однородность дисперсии выхода;<br/> В) адекватность регрессионной модели,<br/> Г) значимость фактора при проведении дисперсионного анализа.<br/> <b>11.Что оценивается при помощи критерия Фишера?</b><br/> А) значимость коэффициентов уравнения регрессии,<br/> Б) статистическая однородность дисперсии выхода,<br/> В) адекватность регрессионной модели*,<br/> Г) значимость фактора при проведении дисперсионного анализа.</p> | ИД-1 ПК-3 Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты |

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

| Шкала                          | Критерии оценивания<br>(% правильных ответов) |
|--------------------------------|---|
| Оценка 5 (отлично)             | 80-100  |
| Оценка 4 (хорошо)              | 70-79   |
| Оценка 3 (удовлетворительно)   | 50-69   |
| Оценка 2 (неудовлетворительно) | менее 50                                      |

### 4.1.3. Контрольная работа

Контрольная работа используется для оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по отдельным темам дисциплины. При выполнении контрольной работы автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы, показывает умения решать задачи.

Для выполнения контрольной работы обучающийся, прежде всего, должен глубоко изучить рекомендованную литературу и другую информацию из периодической печати. Одним из основных требований, предъявляемых к качеству работы, является самостоятельность ее выполнения. Нельзя включать в работу дословно переписанный текст из опубликованных материалов, за исключением небольших по объему цитат (с указанием их источников). Самостоятельность проявляется и в умении анализировать используемый материал, обобщать его и делать собственные выводы. Для этого используется информация, опубликованная в официальных нормативных документах, научно-технической и справочной литературе, монографиях ученых, журналах, газетах. Полезно использовать документы, отражающие деятельность предприятия, организации.

Объем контрольной работы должен быть от 20-25 листов формата А4. Работу следует писать в точном соответствии с приведенным планом, в тексте нужно указывать название каждого из вопросов темы. Страницы должны быть пронумерованы, оставлены поля для замечаний рецензента. В конце работы необходимо привести список литературы. Контрольная работа состоит из 2-3 теоретических вопросов и задачи.

#### Вопросы для контрольной работы №1

1. Что понимают под функцией отклика?
2. Что такое фактор?
3. Что включает в себя понятие «черный ящик»?
4. Что понимается под уровнем фактора?
5. Как определяются состояния черного ящика?
6. Что понимается под объектом исследования?
7. Какие виды параметров существуют?
8. Что понимается под параметром оптимизации?
9. Что такое ранговый подход к параметру оптимизации?
10. Какие параметры выступают в качестве ограничений?
11. Какие требования выдвигаются к параметрам оптимизации?
12. Что понимается под областью определения фактора?
13. Что понимается под управляемостью фактора?
14. С чем связано определение точности измерения фактора?
15. Что понимается под независимостью факторов?

16. Чем определяется количество факторов?
17. Для чего необходима математическая модель?
18. Что включает понятие адекватности модели?
19. С какой целью используется априорная информация об изучаемом процессе?
20. Что такое основной уровень?
21. К чему, в конечном итоге, сводится построение плана эксперимента, если известен основной уровень?
22. Что называется интервалом варьирования?
23. Приведите формулу преобразования действительных значений уровней варьирования к кодированным значениям.
24. Что называется полным факторным экспериментом?
25. Как формируется матрица планирования для ПФЭ  $2^K$ ?
26. Приведите основные приемы построения матрицы планирования экспериментов.
27. Что такое симметричность плана полного факторного эксперимента  $2^K$ ?
28. Что такое нормировка плана полного факторного эксперимента  $2^K$ ?
29. Что такое ортогональность плана полного факторного эксперимента  $2^K$ ?
30. Что такое ротатабельность плана полного факторного эксперимента  $2^K$ ?
31. Как вычисляются коэффициенты линейной модели?
32. Каков смысл коэффициентов при независимых переменных?
33. Что понимается под адекватностью модели?
34. Для чего необходимо минимизировать число опытов?
35. Каким образом осуществляется минимизация числа опытов?
36. Что такое дробная реплика полного факторного эксперимента?
37. Как обозначается дробная реплика?
38. Что такое определяющий контраст?
39. Что такое генерирующее соотношение?
40. Что такое определяющий контраст?
41. Что такое разрешающая способность полуреплик?
42. Как определить ошибочное значение результата опыта?
43. Как определяется дисперсия параметра оптимизации?
44. Что такое дисперсия воспроизводимости эксперимента?
45. Почему необходимо проводить проверку однородности дисперсий?
46. Что такое рандомизация?
47. Что означает проверка адекватности модели?
48. Как определяется дисперсия адекватности?

### **Типовые задачи**

1. По заданным результатам ПФЭ и ДФЭ (таблица 1,2,3,4,5) написать уравнение регрессии, учитывающее все возможные эффекты взаимодействия факторов.
  - 1.1 Проверить свойства планов матриц планирования.
  - 1.2 Выполнить процедуру поиска и исключения грубых ошибок в заданной выборке результатов параллельных опытов.
  - 1.3 Проверить гипотезы однородности дисперсий.
  - 1.4 Проверить гипотезу о воспроизводимости измерений.
  - 1.5 Построение математической модели процесса.
  - 1.6 Определение параметров модели процесса или коэффициентов регрессии.
  - 1.7 Нахождение дисперсии ошибки определения коэффициентов регрессии.



- 1.8 Определение значимости коэффициентов регрессии и проверить гипотезу о значимости коэффициентов.
2. Проверка адекватности модели.
  - 2.1 Определение дисперсии адекватности модели.
  - 2.2 Проверка адекватности модели по критерию Фишера.  
Сделать выводы по полученному уравнение регрессии

**Таблица 1 - План ДФЭ 2<sup>4-1</sup>, результаты для обработки толщины (Y<sub>h</sub>) наплавленного слоя, способом ВАН (первая серия)**

| №                                 | m <sub>1</sub>                   | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> | X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> | Y <sub>1</sub>        | Y <sub>2</sub> | Y <sub>3</sub> |  |  |  |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|--|--|--|
| 1                                 | 1                                | 4              | 5              | 1              | -1             | -1             | -1             | -1             | 1                             | 1                             | 1                             | 57                    | 60             | 53             |  |  |  |
| 2                                 | 6                                | 3              | 4              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1              | -1                            | -1                            | 1                             | 43                    | 43             | 46             |  |  |  |
| 3                                 | 7                                | 6              | 2              | 1              | -1             | 1              | -1             | 1              | -1                            | 1                             | -1                            | 44                    | 41             | 40             |  |  |  |
| 4                                 | 4                                | 7              | 8              | 1              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1                             | -1                            | -1                            | 42                    | 44             | 47             |  |  |  |
| 5                                 | 8                                | 1              | 3              | 1              | -1             | -1             | 1              | 1              | 1                             | -1                            | -1                            | 50                    | 49             | 48             |  |  |  |
| 6                                 | 5                                | 8              | 7              | 1              | 1              | -1             | 1              | -1             | -1                            | 1                             | -1                            | 55                    | 53             | 56             |  |  |  |
| 7                                 | 2                                | 5              | 6              | 1              | -1             | 1              | 1              | -1             | -1                            | -1                            | 1                             | 57                    | 62             | 60             |  |  |  |
| 8                                 | 3                                | 2              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1                             | 1                             | 1                             | 44                    | 41             | 46             |  |  |  |
| Коэффициенты b <sub>i</sub>       |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Пров. однор дисперсий |                |                | Проверка адекватности модели                           |  |  |
| Проверка значимости коэффициентов |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Сумма                 |                |                | Сумма (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |  |  |
| S <sup>2</sup> {Y}                | S <sup>2</sup> {b <sub>i</sub> } |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Макс                  |                |                | S <sup>2</sup> <sub>ad</sub>                           |  |  |
| q, %                              | S{b <sub>i</sub> }               |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G                     |                |                | F  |  |  |
| V <sub>зн</sub>                   | t <sub>i</sub>                   |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | q, %                  |                |                | q <sub>ad</sub> , %                                    |  |  |
| t <sub>кр</sub>                   | t <sub>i-кр</sub>                |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | V <sub>1,в</sub>      |                |                | V <sub>1,ad</sub>                                      |  |  |
| Вывод                             |                                  |                |                | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н                           | з/н                           | з/н                           | V <sub>2,в</sub>      |                |                | V <sub>2,ad</sub>                                      |  |  |
| Коэфф-ты уравн. регресси          |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G <sub>кр</sub>       |                |                | F <sub>кр</sub>  |  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G-G <sub>кр</sub>     |                |                | F-F <sub>кр</sub>                                      |  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Вывод: однородны      |                |                | Вывод: Модель - адекватна                              |  |  |

**Таблица 2 - План ДФЭ 2<sup>4-1</sup>, результаты для обработки гребнистости (Y<sub>o</sub>) наплавленного слоя, способом ВАН (первая серия)**

| №                                 | m <sub>1</sub>                   | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> | X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> | Y <sub>1</sub>        | Y <sub>2</sub> | Y <sub>3</sub> | Y <sub>v</sub>   | S <sup>2</sup> <sub>v</sub> | Y <sub>v,L</sub> | (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|--|-----------------------------|------------------|--|
| 1                                 | 1                                | 4              | 5              | 1              | -1             | -1             | -1             | -1             | 1                             | 1                             | 1                             | 17,1                  | 16,4           | 17,9           |  |                             |                  |  |
| 2                                 | 6                                | 3              | 4              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1              | -1                            | -1                            | 1                             | 16,8                  | 17,3           | 16,3           |  |                             |                  |  |
| 3                                 | 7                                | 6              | 2              | 1              | -1             | 1              | -1             | 1              | -1                            | 1                             | -1                            | 17,2                  | 15,1           | 16,0           |  |                             |                  |  |
| 4                                 | 4                                | 7              | 8              | 1              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1                             | -1                            | -1                            | 17,6                  | 17             | 17,2           |  |                             |                  |  |
| 5                                 | 8                                | 1              | 3              | 1              | -1             | -1             | 1              | 1              | 1                             | -1                            | -1                            | 17,5                  | 19,6           | 15,1           |  |                             |                  |  |
| 6                                 | 5                                | 8              | 7              | 1              | 1              | -1             | 1              | -1             | -1                            | 1                             | -1                            | 21,8                  | 18,5           | 19,1           |  |                             |                  |  |
| 7                                 | 2                                | 5              | 6              | 1              | -1             | 1              | 1              | -1             | -1                            | -1                            | 1                             | 14,8                  | 16,3           | 17,9           |  |                             |                  |  |
| 8                                 | 3                                | 2              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1                             | 1                             | 1                             | 18,1                  | 19,4           | 17,4           |  |                             |                  |  |
| Коэффициенты b <sub>i</sub>       |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Пров. однор дисперсий |                |                | Проверка адекватности модели                           |                             |                  |  |
| Проверка значимости коэффициентов |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Сумма                 |                |                | Сумма (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |                             |                  |  |
| S <sup>2</sup> {Y}                | S <sup>2</sup> {b <sub>i</sub> } |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Макс                  |                |                | S <sup>2</sup> <sub>ad</sub>                           |                             |                  |  |
| q, %                              | S{b <sub>i</sub> }               |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G                     |                |                | F  |                             |                  |  |
| V <sub>зн</sub>                   | t <sub>i</sub>                   |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | q, %                  |                |                | q <sub>ad</sub> , %                                    |                             |                  |  |
| t <sub>кр</sub>                   | t <sub>i-кр</sub>                |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | V <sub>1,в</sub>      |                |                | V <sub>1,ad</sub>                                      |                             |                  |  |
| Вывод                             |                                  |                |                | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н                           | з/н                           | з/н                           | V <sub>2,в</sub>      |                |                | V <sub>2,ad</sub>                                      |                             |                  |  |
| Коэфф-ты уравн. регресси          |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G <sub>кр</sub>       |                |                | F <sub>кр</sub>  |                             |                  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G-G <sub>кр</sub>     |                |                | F-F <sub>кр</sub>                                      |                             |                  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Вывод: однородны      |                |                | Вывод: модель - адекватна                              |                             |                  |  |

**аблица 3 - План ДФЭ 2<sup>4-1</sup>, результаты для обработки толщины (Y<sub>h</sub>) наплавленного слоя способом ВАН (вторая серия)**

| №                                 | m <sub>1</sub>                   | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> | X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> | Y <sub>1</sub>          | Y <sub>2</sub>    | Y <sub>3</sub> | Y <sub>v</sub>   | S <sup>2</sup> <sub>v</sub> | Y <sub>v,L</sub> | (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|--|-----------------------------|------------------|--|
| 1                                 | 1                                | 4              | 5              | 1              | -1             | -1             | -1             | -1             | 1                             | 1                             | 1                             | 77                      | 79                | 81             | 79,00  |                             |                  |  |
| 2                                 | 6                                | 3              | 4              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1              | -1                            | -1                            | 1                             | 91                      | 85                | 89             | 88,33  |                             |                  |  |
| 3                                 | 7                                | 6              | 2              | 1              | -1             | 1              | -1             | 1              | -1                            | 1                             | -1                            | 65                      | 75                | 69             | 69,67  |                             |                  |  |
| 4                                 | 4                                | 7              | 8              | 1              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1                             | -1                            | -1                            | 63                      | 73                | 67             | 67,67  |                             |                  |  |
| 5                                 | 8                                | 1              | 3              | 1              | -1             | -1             | 1              | 1              | 1                             | -1                            | -1                            | 77                      | 79                | 81             | 79,00  |                             |                  |  |
| 6                                 | 5                                | 8              | 7              | 1              | 1              | -1             | 1              | -1             | -1                            | 1                             | -1                            | 71                      | 65                | 67             | 67,67  |                             |                  |  |
| 7                                 | 2                                | 5              | 6              | 1              | -1             | 1              | 1              | -1             | -1                            | -1                            | 1                             | 85                      | 98                | 91             | 91,33  |                             |                  |  |
| 8                                 | 3                                | 2              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1                             | 1                             | 1                             | 102                     | 102               | 104            | 102,67   |                             |                  |  |
| Коэффициенты b <sub>i</sub>       |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Пров. однород дисперсий |                   |                | Проверка адекватности модели                           |                             |                  |  |
| Проверка значимости коэффициентов |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Сумма                   |                   |                | Сумма (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |                             |                  |  |
| S <sup>2</sup> {Y}                | S <sup>2</sup> {b <sub>i</sub> } |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Макс                    |                   |                | S <sup>2</sup> <sub>ad</sub>                           |                             |                  |  |
| q, %                              | S{b <sub>i</sub> }               |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G                       |                   |                | F  |                             |                  |  |
| V <sub>зн</sub>                   | t <sub>i</sub>                   |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | q, %                    |                   |                | q <sub>ad</sub> , %                                    |                             |                  |  |
| t <sub>кр</sub>                   | t <sub>i-кр</sub>                |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | V <sub>1,в</sub>        |                   |                | V <sub>1,ad</sub>                                      |                             |                  |  |
| Вывод                             |                                  |                |                | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н                           | з/н                           | з/н                           | V <sub>2,в</sub>        |                   |                | V <sub>2,ad</sub>                                      |                             |                  |  |
| Коэфф-ты уравн. регресси          |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               |                         | G <sub>кр</sub>   |                |  | F <sub>кр</sub>             |                  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               |                         | G-G <sub>кр</sub> |                |  | F-F <sub>кр</sub>           |                  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Вывод: однородны        |                   |                | Вывод: модель - адекватна                              |                             |                  |  |

**Таблица 4 - План ДФЭ 2<sup>4-1</sup>, результаты для обработки гребнистости (Y<sub>g</sub>) наплавленного слоя способом ВАН (вторая серия)**

| №                                 | m <sub>1</sub>                   | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> | X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> | X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> | Y <sub>1</sub>          | Y <sub>2</sub>    | Y <sub>3</sub> | Y <sub>v</sub>   | S <sup>2</sup> <sub>v</sub> | Y <sub>v,L</sub> | (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|--|-----------------------------|------------------|--|
| 1                                 | 1                                | 4              | 5              | 1              | -1             | -1             | -1             | -1             | 1                             | 1                             | 1                             | 16,5                    | 15,6              | 14,5           |  |                             |                  |  |
| 2                                 | 6                                | 3              | 4              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1              | -1                            | -1                            | 1                             | 18,1                    | 18,5              | 18,2           |  |                             |                  |  |
| 3                                 | 7                                | 6              | 2              | 1              | -1             | 1              | -1             | 1              | -1                            | 1                             | -1                            | 12,8                    | 12,6              | 13,9           |  |                             |                  |  |
| 4                                 | 4                                | 7              | 8              | 1              | 1              | 1              | -1             | -1             | 1                             | -1                            | -1                            | 12,4                    | 11,6              | 12,2           |  |                             |                  |  |
| 5                                 | 8                                | 1              | 3              | 1              | -1             | -1             | 1              | 1              | 1                             | -1                            | -1                            | 17,6                    | 16,4              | 17,5           |  |                             |                  |  |
| 6                                 | 5                                | 8              | 7              | 1              | 1              | -1             | 1              | -1             | -1                            | 1                             | -1                            | 16,2                    | 16,2              | 17,9           |  |                             |                  |  |
| 7                                 | 2                                | 5              | 6              | 1              | -1             | 1              | 1              | -1             | -1                            | -1                            | 1                             | 15,1                    | 16,1              | 14,6           |  |                             |                  |  |
| 8                                 | 3                                | 2              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1                             | 1                             | 1                             | 18,8                    | 17,6              | 18,7           |  |                             |                  |  |
| Коэффициенты b <sub>i</sub>       |                                  |                |                | 15,817         | 0,55           | -1,117         | 1,075          | 0,908          | -0,033                        | 0,125                         | 1,04                          | Пров. однород дисперсий |                   |                | Проверка адекватности модели                           |                             |                  |  |
| Проверка значимости коэффициентов |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Сумма                   |                   |                | Сумма (Y <sub>v</sub> -Y <sub>v,L</sub> ) <sup>2</sup> |                             |                  |  |
| S <sup>2</sup> {Y}                | S <sup>2</sup> {b <sub>i</sub> } |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Макс                    |                   |                | S <sup>2</sup> <sub>ad</sub>                           |                             |                  |  |
| q, %                              | S{b <sub>i</sub> }               |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | G                       |                   |                | F  |                             |                  |  |
| V <sub>зн</sub>                   | t <sub>i</sub>                   |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | q, %                    |                   |                | q <sub>ad</sub> , %                                    |                             |                  |  |
| t <sub>кр</sub>                   | t <sub>i-кр</sub>                |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | V <sub>1,в</sub>        |                   |                | V <sub>1,ad</sub>                                      |                             |                  |  |
| Вывод                             |                                  |                |                | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н            | з/н                           | з/н                           | з/н                           | V <sub>2,в</sub>        |                   |                | V <sub>2,ad</sub>                                      |                             |                  |  |
| Коэфф-ты уравн. регресси          |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               |                         | G <sub>кр</sub>   |                |  | F <sub>кр</sub>             |                  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               |                         | G-G <sub>кр</sub> |                |  | F-F <sub>кр</sub>           |                  |  |
|                                   |                                  |                |                |                |                |                |                |                |                               |                               |                               | Вывод: однородны        |                   |                | Вывод: модель - адекватна                              |                             |                  |  |

**Таблица 5 - План ДФЭ 2<sup>7-4</sup>, результаты для обработки гребнистости ( $Y_{\sigma}$ ) наплавленного слоя способом ВАН (третья серия)**

| №                                 | $m_1$ | $m_2$          | $m_3$ | $X_0$ | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_2X_3$ | $X_1X_3$ | $X_1X_2$ | $X_1X_2X_3$ | $Y_1$                    | $Y_2$ | $Y_3$ | $Y_4$ | $Y_v$                        | $S^2_v$             | $Y_{v,L}$ | $(Y_v - Y_{v,L})^2$ |
|-----------------------------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|
| 1                                 | 1     | 4              | 5     | 1     | -1    | -1    | -1    | 1        | 1        | 1        | -1          | 10,1                     | 13,6  | 14,2  | 11,3  |                              |                     |           |                     |
| 2                                 | 6     | 3              | 4     | 1     | 1     | -1    | -1    | 1        | -1       | -1       | 1           | 14,7                     | 19,1  | 20    | 18,2  |                              |                     |           |                     |
| 3                                 | 7     | 6              | 2     | 1     | -1    | 1     | -1    | -1       | 1        | -1       | 1           | 12,4                     | 11,7  | 13,6  | 10,7  |                              |                     |           |                     |
| 4                                 | 4     | 7              | 8     | 1     | 1     | 1     | -1    | -1       | -1       | 1        | -1          | 11,6                     | 12,2  | 12,7  | 10,4  |                              |                     |           |                     |
| 5                                 | 8     | 1              | 3     | 1     | -1    | -1    | 1     | -1       | -1       | 1        | 1           | 17,3                     | 14,1  | 14,8  | 15,1  |                              |                     |           |                     |
| 6                                 | 5     | 8              | 7     | 1     | 1     | -1    | 1     | -1       | 1        | -1       | -1          | 20                       | 18,6  | 18,8  | 19,2  |                              |                     |           |                     |
| 7                                 | 2     | 5              | 6     | 1     | -1    | 1     | 1     | 1        | -1       | -1       | -1          | 11                       | 10,5  | 11,1  | 10    |                              |                     |           |                     |
| 8                                 | 3     | 2              | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1        | 1        | 1        | 1           | 17,4                     | 16,8  | 17,2  | 19,1  |                              |                     |           |                     |
| Коэффициенты $b_i$                |       |                |       |       |       |       |       |          |          |          |             | Проверка однор дисперсий |       |       |       | Проверка адекватности модели |                     |           |                     |
| Проверка значимости коэффициентов |       |                |       |       |       |       |       |          |          |          |             | Сумма                    |       |       |       | Сумма $(Y_v - Y_{v,L})^2$    |                     |           |                     |
| $S^2\{Y\}$                        |       | $S^2\{b_i\}$   |       |       |       |       |       |          |          |          |             | Макс                     |       |       |       |                              | $S^2_{ad}$          |           |                     |
| q, %                              |       | S{ $b_i$ }     |       |       |       |       |       |          |          |          |             | G                        |       |       |       |                              | F                   |           |                     |
| V <sub>зн</sub>                   |       | $t_i$          |       |       |       |       |       |          |          |          |             | q, %                     |       |       |       |                              | q <sub>ad</sub> , % |           |                     |
| $t_{кр}$                          |       | $t_i - t_{кр}$ |       |       |       |       |       |          |          |          |             | V <sub>1.В</sub>         |       |       |       |                              | V <sub>1.ad</sub>   |           |                     |
| Вывод                             |       |                |       | з/н   | з/н   | з/н   | з/н   | з/н      | з/н      | з/н      | з/н         | V <sub>2.В</sub>         |       |       |       |                              | V <sub>2.ad</sub>   |           |                     |
| Коэфф-ты уравн. регресси          |       |                |       |       |       |       |       |          |          |          |             | G <sub>кр</sub>          |       |       |       |                              | F <sub>кр</sub>     |           |                     |
|                                   |       |                |       |       |       |       |       |          |          |          |             | G-G <sub>кр</sub>        |       |       |       |                              | F-F <sub>кр</sub>   |           |                     |
|                                   |       |                |       |       |       |       |       |          |          |          |             | Вывод: однородны         |       |       |       | Вывод: модель - адекватна    |                     |           |                     |

## Вопросы для контрольной работы №2

1. Что называется генеральной совокупностью?
2. Что называется выборкой? В чем состоит репрезентативность выборки?
3. Как строится вариационный ряд?
4. Как строится гистограмма? Полигон? График выборочной функции распределения?
5. Как вычисляется выборочное среднее? Выборочная дисперсия? Выборочное стандартное отклонение?
6. Как определяется выборочная мода? Медиана?
7. Какие оценки параметров называются точечными? Перечислите основные свойства точечных оценок.
8. Каковы точечные оценки математического ожидания и дисперсии?
9. В чем состоит метод максимального правдоподобия?
10. Доказать несмещенность и состоятельность выборочной средней как оценки математического ожидания.
11. Перечислите основные распределения, используемые в статистических расчетах. Как определяются квантили этих распределений? От чего они зависят?
12. Как строится доверительный интервал для математического ожидания? Дисперсии?
13. Какая гипотеза называется нулевой? Альтернативной? В чем состоят ошибки первого и второго рода?
14. В какой последовательности проводится проверка параметрической гипотезы?
15. Как проверяется гипотеза о равенстве двух дисперсий, если математические ожидания известны? Неизвестны?
16. Какие критерии используются для проверки гипотез о виде распределения?
17. В чем состоит критерий согласия хи-квадрат?
18. Доказать основное тождество однофакторного дисперсионного анализа.
19. С помощью графика функции распределения Фишера пояснить, в каких случаях принимается, а в каких отвергается нулевая гипотеза.
20. Какие гипотезы проверяются в двухфакторном дисперсионном анализе?
21. Как вычислить остаточную сумму квадратов в трехфакторном дисперсионном анализе?
22. От чего зависит критическое значение статистики Фишера?
23. Какая зависимость называется стохастической?
24. Что означает некоррелированность случайных величин  $X$  и  $Y$ ?
25. В каком случае коэффициент корреляции равен по модулю единице?
26. Выведите формулу для определения ковариации двумерной выборки.
27. Как проверить значимость коэффициента парной корреляции?
28. Как вычисляются коэффициенты корреляционной матрицы?
29. Что означает равенство коэффициента детерминации нулю? единице?
30. Для чего определяется частный коэффициент корреляции?
31. Как проверить значимость коэффициента детерминации?
32. В чем заключается проверка значимости парной регрессионной модели?
33. Привести примеры адекватных и неадекватных моделей с иллюстрацией на графиках.
34. Используя нормальную систему, вывести уравнения для оценки параметров

регрессии  $y = \beta + \beta x^3$ .

35. Преобразовать нелинейную по параметрам модель  $y = \beta X^{\beta_1}$  в линейную модель.

36. Сформулировать основные предположения регрессионного анализа.

#### Типовые задачи

##### 1. Начальные сведения

Задача. Стоимость запасной части в тридцати различных дилерах оказалась (в руб): 200, 198, 201, 203, 203, 204, 196, 200, 203, 198, 199, 197, 197, 199, 199, 196, 199, 200, 201, 200, 200, 203, 200, 200, 199, 204, 202, 205, 199.

Построить таблицу частот, разбив данные на 6 интервалов, график выборочной функции распределения и гистограмму частот. Вычислить числовые характеристики выборки.

##### 2. Оценка параметров и проверка статистических гипотез

Задача 1. Найти 95%-ный доверительный интервал для математического ожидания твердости сплава (в условных единицах), если по результатам измерений получены следующие значения: 14,2; 14,8; 14,0; 14,7; 13,9; 14,8; 15,1; 15,0; 14,5.

Задача 2. Проверить гипотезу о том, что средний диаметр валиков, изготавливаемых на станке-автомате, равен  $m_0 = 12$  мм, если по выборке из  $n = 16$  валиков найдены среднее значение  $\bar{x} = 11,7$  мм и несмещенная дисперсия  $s^2 = 0,25$  мм<sup>2</sup>. Распределение диаметра валика предполагается нормальным.

Задача 3. Используя двусторонний критерий, проверить гипотезу о равенстве внутренних диаметров втулок, изготавливаемых на двух станках по одному чертежу. Из деталей, изготовленных на первом станке, отобрано  $n_1 = 12$  втулок; при этом средний диаметр  $\bar{x}_1 = 8,5$  мм, на втором станке –  $n_2 = 14$ ,  $\bar{x}_2 = 8,3$  мм. Распределение диаметров предполагается нормальным, дисперсии известны и равны соответственно  $\sigma_1^2 = 0,2$  мм<sup>2</sup>;  $\sigma_2^2 = 0,25$  мм<sup>2</sup>.

##### 3. Дисперсионный анализ

Задача 1. Оценить влияние технологии чистовой обработки (три вида технологий) на точность изготовления детали. Проводятся по 4 замера (при каждом виде технологии) отклонения размера детали от номинала в мкм. Принять  $\alpha = 0,05$ .

| Номер замера | Вид технологии |   |   |
|--------------|----------------|---|---|
|              | 1              | 2 | 3 |
| 1            | 1              | 2 | 3 |
| 2            | 2              | 1 | 2 |
| 3            | 2              | 3 | 2 |
| 4            | 1              | 2 | 3 |

Пример 3.2. Требуется оценить влияние давления (фактор А, 4 уровня), температуры при прессовании (фактор В, 4 уровня) и времени выдержки в пресс-форме (фактор С, 3 уровня) на предел прочности болтов из стекловолокнита, если при каждом сочетании уровней испытывалось по 5 образцов. В результате предварительной обработки опытных данных найдены значения сумм квадратов:  $Q_A = 22400$ ,  $Q_B = 3200$ ,  $Q_C = 2700$ ,  $Q_{AB} = 3800$ ,  $Q_{AC} = 4600$ ,  $Q_{BC} = 1900$ ,  $Q_{ABC} = 10300$ ,  $Q = 108500$ . Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

##### 4. Корреляционный анализ

Задача .1. При производственных испытаниях определяется толщина сердцевины сверла Х в мм и стойкость – время работы сверла до затупления Y в мин. Провести корреляционный анализ связи между этими показателями.

|   |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|
| X | 0,75 | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,84 | 0,85 |
| Y | 14   | 23   | 42   | 39   | 46   | 40   |

|   |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|
| X | 0,86 | 0,89 | 0,90 | 0,94 | 0,95 | 0,98 |
| Y | 42   | 45   | 49   | 51   | 85   | 78   |

Задача 2. При полевых испытаниях подземных стальных трубопроводов получены значения деформации трубопровода X (мм) в зависимости от жесткости Y (кгс/см) основания траншеи, в которую укладывается трубопровод:

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 1,08 | 0,94 | 0,96 | 0,73 | 0,64 | 0,68 | 0,63 | 0,60 | 0,67 | 0,52 |
| Y | 5,7  | 7,2  | 10,1 | 11,2 | 13,4 | 13,7 | 13,9 | 14,2 | 16,0 | 18,2 |

Определить коэффициент корреляции и проверить его значимость на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  при альтернативной гипотезе  $H_1: \rho < 0$

Задача 3. Исследовалось влияние на ползучесть бетона (X1), расхода цемента на 1 бетона (X2) и влажности среды (X3).

|                |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X <sub>1</sub> | 27  | 64  | 123 | 147 | 189 | 214 | 327 | 412 |
| X <sub>2</sub> | 340 | 300 | 250 | 180 | 140 | 110 | 70  | 60  |
| X <sub>3</sub> | 80  | 75  | 68  | 63  | 59  | 52  | 48  | 40  |

Построить корреляционную матрицу и определить выборочные частные коэффициенты корреляции. Проверить значимость частных коэффициентов корреляции. Вычислить коэффициент детерминации и проверить его значимость. Принять  $\alpha = 0,1$ .

### 5. Регрессионный анализ

Задача 1. Исследуется зависимость между пределом прочности прессованной детали у (МПа) и температурой при прессовании x (град.). Предполагается наличие линейной зависимости между этими показателями. Экспериментально получены следующие данные:

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 165 |
| y | 110 | 107 | 105 | 98  | 100 | 95  | 95  | 92  | 86  | 83  |

Задача 2. Проведены испытания стального образца на растяжение: при заданных нагрузках X (кН) определяется удлинение Y (мм); для некоторых значений нагрузки удлинения измерялись трижды. Предполагается, что сталь имеет линейное упрочнение, т. е. связь между удлинением и нагрузкой прямо пропорциональная. Определить параметры линейной модели, проверить ее значимость и адекватность, принимая уровень значимости  $\alpha=0,05$ .

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X | 20  | 21  | 21  | 21  | 22  | 23  | 23  | 23  | 24  | 25  | 25  | 25  |
| Y | 0,2 | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 1,9 | 2,8 | 2,8 | 2,7 | 3,9 | 5,0 | 4,8 | 4,7 |

### Комплексные задачи

Задача 1. Для заданной выборки определить числовые характеристики (выборочное среднее, дисперсию смещенную и несмещенную, стандартное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса), построить графики выборочной функции распределения и гистограмму частот, приняв число интервалов равным 8; в предположении нормальности распределения данных построить 95% доверительный интервал для математического ожидания генеральной совокупности.

Варианты. По результатам механических испытаний партии стальных образцов получены значения предела прочности (в МПа):

854, 903, 872, 892\*, 933\*\*, 881, 919, 903, 868, 932, 904, 865, 897, 868\*, 905, 943\*\*, 901, 868\*, 947\*\*, 908, 895, 853, 893, 878, 862, 857, 928, 919\*, 925, 901, 911, 883\*, 947\*\*, 945, 881, 884, 939, 891, 885, 902, 938, 864\*, 904, 895, 872, 896\*, 878, 913, 875, 894, 878, 935, 878, 918, 891, 873\*.

(К значениям, отмеченным \*, прибавить 3N; отмеченным \*\* – прибавить V. (Значения V и N дает преподаватель).

### Методы анализа данных

Задача 1. Проверить влияние на износостойкость детали материала (три вида), из которого она изготовлена. Получены данные по износостойкости пяти деталей для каждого материала: время работы детали до износа, тыс. час.

Материал 1 1,25 1,32\*\* 1,28 1,26 1,29

Материал 2 1,12\* 1,15\* 1,26 1,19 1,21

Материал 3 1,32 1,33\*\* 1,34\*\* 1,29 1,30

(От значений, отмеченных \*, отнять 0,01N; отмеченным \*\* – прибавить 0,02V,

Задача 2. (парная регрессия): Для заданной выборки возможно применение линейной или параболической парной регрессионной модели. Построить обе модели и определить, какая из них лучше аппроксимирует опытные данные. В качестве критерия качества модели использовать коэффициент детерминации. На диаграмме рассеивания показать линии, соответствующие построенным моделям

Данные: Установить связь между максимальным напряжением изгиба в зубчатом колесе  $x$  (МПа) и числом циклов  $y$  (тыс. циклов) до разрушения:

$x$  900 850 800 750 700 650 600 550 500 450 400

$y$  62\*\* 64\*\* 70 81 94 111 120 212 347\* 542\* 1230\*

(От значений, отмеченных \*, отнять 10N; отмеченным \*\* – прибавить V. (Значения V и N дает преподаватель).

Задача 3 (множественная регрессия):

Для заданной выборки провести множественный регрессионный анализ модели  $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$ . Варианты 1-10. Дана таблица экспериментальных данных зависимости производительности  $y$  выпуска колец подшипников (тыс. шт.) от содержания механических примесей  $x_1$  ( $m^2/l$ ) соды  $x_2$  (г/л) и нитрата натрия  $x_3$  (г/л) в смазочно-охлаждающей жидкости, используемой в процессе шлифования колец.

|       |      |      |      |      |     |     |     |     |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $X_1$ | 309  | 220  | 90** | 100  | 156 | 110 | 140 | 200 | 135  | 46** | 40** | 32** |
| $X_2$ | 1,8* | 4,0  | 5,6  | 5,1* | 7,5 | 6,9 | 6,5 | 6,4 | 6,7  | 6,9  | 8,5  | 7,5  |
| $X_3$ | 1,8  | 4,0* | 5,6* | 5,1  | 6,6 | 7,6 | 8,0 | 9,2 | 8,3* | 1,5* | 1,9* | 2,0  |
| $Y$   | 61   | 54   | 65   | 53   | 56  | 54  | 57  | 70  | 82   | 57   | 51   | 68   |

По результатам контрольной работы обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

| Шкала               | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| Оценка «зачтено»    | Содержание контрольной работы соответствует заданию. Контрольная работа имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. Задача решена в полном объеме, сделаны соответствующие выводы; продемонстрировано умение решать подобные задачи;   |
| Оценка «не зачтено» | Содержание контрольной работы частично не соответствует заданию. Контрольная работа не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. При частичном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, обучающийся не может применить умение решать подобные задачи. |

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся после проверки контрольной работы.



Оценочные средства характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины приведены ниже в таблице

| №  | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции  |
|----|---|--|
|    | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |  |
| 1. | Научная проблема, проблемная ситуация в АПК.<br>Цели и задачи научного исследования.<br>Связь между научной проблемой, проблемной ситуацией в АПК<br>Контрольная работа №1  | ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.   |
| 2. | Требования, предъявляемые к научным проблемам.<br>Выбор и постановка научных проблем.<br>Разработка и решение научных проблем.<br>Контрольная работа №1, 2  | ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации  |
| 3. | Сбор и анализ априорной информации перед планированием эксперимента.<br>Требования предъявляемые к априорной информации.<br>Опыт, испытание.<br>Виды эксперимента.<br>Контрольная работа №1, 2  | ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения   |
| 4. | Этапы в проведении или структура эксперимента, дать их характеристику.<br>Общие требования к проведению эксперимента<br>Структура программы исследования.<br>Сущность первичной обработки данных.<br>Общая методика экспериментальных исследований<br>Качественные и количественные методики исследований<br>Контрольная работа №1, 2 | ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности |
| 5. | Принципы и задачи проверки значимости полученной математической модели изучаемого процесса.<br>Принципы, используемые при интерпретации полученных результатов<br>Обсуждение и апробация полученных результатов на различных уровнях<br>Контрольная работа №1, 2  | ИД-2 УК-4 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные   |
| 6. | Определение: наблюдение, эксперимент, измерения.<br>Требования к наблюдению.<br>Итог исследования – описание.<br>Контрольная работа №1  | ИД-1 ОПК-4 Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы  |
| 7. | Структура программы исследования.<br>Сущность первичной обработки данных.<br>Основные этапы (например: предварительные эксперименты; поиско-  | ИД-1 ПК-3 Выбирает методики проведения экспериментов и испы-   |

|   |   |
|---|---|
| <p>вые эксперименты; выделение факторов, существенно влияющих на процесс).<br/>Контрольная работа №1, 2</p> | <p>таний, анализирует их результаты</p> |
|---|---|

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится три теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более пяти обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

| №  | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции  |
|----|--|--|
|    | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины   |  |
| 1. | Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения.<br>Что такое эксперимент? Какова его роль в инженерной практике?<br>Какие общие черты имеют научные методы исследований для изучения закономерностей различных процессов и явлений в промышленности?<br>Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации<br>Классификация научных проблем<br>Научная проблема, проблемная ситуация в АПК. | ИД-1 УК-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | Цели и задачи научного исследования.<br>Проблема метода в философии.<br>Связь между научной проблемой, проблемной ситуацией в АПК  |  |
| 2. | В чем заключаются принципиальные отличия активного эксперимента от пассивного?<br>Поясните преимущества и недостатки лабораторного и промышленного эксперимента.<br>В чем отличие количественного и качественного экспериментов?<br>Дайте определения следующим терминам: опыт, фактор, уровень фактора, отклик, функция отклика, план и планирование эксперимента.<br>Причины образования проблемной ситуации.<br>Требования, предъявляемые к научным проблемам.<br>Выбор и постановка научных проблем.<br>Разработка и решение научных проблем.  | ИД-2 УК-1 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации  |
| 3. | Что такое случайная величина? В чем заключаются отличия дискретной от непрерывной случайной величины? Приведите примеры, Какие вероятностные характеристики используют для описания распределений случайных величин?<br>С какой целью используют законы распределения при обработке данных экспериментальных исследований?<br>Почему нормальный закон распределения наиболее применим в экспериментальной практике?<br>Сбор и анализ априорной информации перед планированием эксперимента.<br>Требования предъявляемые к априорной информации.<br>Опыт, испытание.<br>Виды эксперимента.  | ИД-3 УК-1 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения   |
| 4. | Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?<br>Что такое генеральная совокупность и выборка?<br>В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?<br>Этапы в проведении или структура эксперимента, дать их характеристику.<br>Общие требования к проведению эксперимента<br>Структура программы исследования.<br>Сущность первичной обработки данных.<br>Общая методика экспериментальных исследований<br>Частные методики экспериментальных исследований в агроинженерии.<br>Качественные и количественные методики исследований | ИД-4 УК-1 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности |
| 5. | В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?<br>С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?<br>Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?<br>Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?<br>Принципы и задачи проверки значимости полученной математической модели изучаемого процесса.<br>Принципы, используемые при интерпретации полученных результатов<br>Обсуждение и апробация полученных результатов на различных уров-  | ИД-2 УК-4 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    | нях   |   |
| 6. | <p>Как оценивается адекватность статистической модели?<br/>         Что называется частным коэффициентом корреляции?<br/>         Что называется множественным коэффициентом корреляции?<br/>         38. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции?<br/>         Определение: наблюдение, эксперимент, измерения.<br/>         Техника исследования.<br/>         Процедура исследования.<br/>         Требования к наблюдению.<br/>         Итог исследования – описание.</p>  | ИД-1 ОПК-4 Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы |
| 7. | <p>С какой целью используют теорию планирования эксперимента?<br/>         Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?<br/>         В чем заключается основная идея ДФЭ?<br/>         В чем заключаются причины неадекватности математической модели?<br/>         Как производится оценка адекватности?<br/>         Структура программы исследования.<br/>         Сущность первичной обработки данных.<br/>         Основные этапы (например: предварительные эксперименты; поисковые эксперименты; выделение факторов, существенно влияющих на процесс).</p> | ИД-1 ПК-3 Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты   |

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

| Шкала                           | Критерии оценивания  |
|---------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul> |
| Оценка 4<br>(хорошо)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>  |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>   |
| Оценка 2                        | - пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| (неудовлетворительно) | ошибки при ответе на вопросы;<br>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;<br>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;<br>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки. |
|-----------------------|--|

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Номер<br>измене-<br>ния | Номера листов |       |                     | Основание для внесения изменений | Подпись | Расшифровка<br>подписи | Дата внесе-<br>ния изме-<br>нения |
|-------------------------|---------------|-------|---------------------|----------------------------------|---------|------------------------|-----------------------------------|
|                         | замененных    | новых | аннулирован-<br>ных |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |
|                         |               |       |                     |                                  |         |                        |                                   |