

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор академии



А.В. Колмыков

« 27 » декабря 2023 г.

Регистрационный № УД- М-378-23м/уч.

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА  
И ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства  
сельскохозяйственной продукции**

2023 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом углубленного высшего образования по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции (ОСВО 7-06-0812-01-2023), а также учебными планами МД-0812-01-6-23у от 27.04.2023, МЗ-0812-01-6-23у от 27.04.2023.

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

В. И. КОЦУБА, заведующий кафедрой технического сервиса и общепромышленных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент;

Л. И. САВЕНОК, доцент кафедры технического сервиса и общепромышленных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент;

В. А. ЛЕВЧУК, доцент кафедры технического сервиса и общепромышленных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В. А. ДРЕМУК, заведующий кафедрой технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии учреждения образования «Барановичский государственный университет», кандидат технических наук, доцент;

А. Е. МАРКЕВИЧ, главный инженер ООО «Ремком», кандидат технических наук.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой технического сервиса и общепромышленных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 6 от 26 декабря 2023 г.);

методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 26 декабря 2023 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 27 декабря 2023 г.).

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Научному сотруднику, специалисту зачастую приходится решать задачи по планированию, проведению экспериментальных исследований, анализу результатов инженерного эксперимента. Развитие современных методов математического планирования и обработки результатов инженерного эксперимента, расширение возможностей современной компьютерной техники позволяют рекомендовать исследователю общие подходы, методы и процедуры планирования и анализа его результатов.

Учебная дисциплина «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» – одна из дисциплин специальной подготовки, формирующих у магистрантов компетентность в решении задач по планированию и проведению испытаний для оценки физических, механических и эксплуатационных свойств средств механизации и систем технического обеспечения сельскохозяйственного производства, обработке экспериментальных данных при создании новой техники и оборудования.

**Цель** учебной дисциплины – формирование у будущих магистров системы знаний, умений и профессиональных компетенций по планированию и обработке результатов инженерного эксперимента при проведении научных исследований по созданию новой техники и оборудования.

**Задачи** учебной дисциплины – формирование у магистрантов прочных знаний: основных технических нормативных правовых актов, понятий, терминов и определений в области эксперимента при создании новой техники и оборудования и ее испытаниях, основных методик планирования инженерного эксперимента, порядка разработки и проведения эксперимента, способов обеспечения качества испытаний, средств измерений и испытательного оборудования, методик обработки результатов эксперимента и составления отчетности.

Учебная дисциплина «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» в учебном плане для специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции является дисциплиной компонента учреждения высшего образования.

Освоение учебной дисциплины «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин общего высшего образования «Основы моделирования», «Математика», «Теория вероятностей» и др. В свою очередь знания, приобретенные при изучении учебной дисциплины «Статистические методы анализа и планирования эксперимента», будут востребованы при изучении таких учебных дисциплин, как «Методы оценки технического уровня машин и оборудования», «Оптимизация параметров и режимов работы сельскохозяйственных машин в растениеводстве», «Оптимизация параметров и режимов работы машин и оборудования в животноводстве», а также при подготовке магистерской диссертации.

Изучение учебной дисциплины «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» обеспечит формирование у магистрантов следующей специализированной компетенции: владеть методами планирования эксперимента, математической статистики и анализа, применять полученные знания в научно-исследовательской работе.

В результате изучения учебной дисциплины магистранты должны быть способными выбирать методы и проводить испытания для оценки физических, механических и эксплуатационных свойств средств механизации и систем технического обеспечения сельскохозяйственного производства.

В результате изучения учебной дисциплины магистранты должны **знать** методы планирования эксперимента и обработки его результатов, **уметь** составлять планы эксперимента первого и второго порядка и выполнять регрессивный анализ его результатов, **владеть** методикой обработки результатов эксперимента в программах Microsoft Excel, MathCad и STATISTICA.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» магистрант должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

На изучение учебной дисциплины «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для дневной формы обучения отводится всего 108 часов (трудоемкость изучаемой дисциплины составляет 3 зачетные единицы), в том числе 46 часов аудиторных, из них лекции – 16 часов, практические занятия – 30 часов. На самостоятельную работу отводится 62 часа. Учебная дисциплина преподается во 2-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

На изучение учебной дисциплины «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для заочной формы обучения отводится всего 108 часов (трудоемкость изучаемой дисциплины составляет 3 зачетные единицы), в том числе 12 часов аудиторных, из них лекции – 4 часа, практические занятия – 8 часов. На самостоятельную работу отводится 96 часа. Учебная дисциплина преподается на 1-м курсе. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

**1.1. Эксперимент как предмет исследования.** Понятие эксперимента. Значение эксперимента в научных исследованиях. Общие и частные методы экспериментальных исследований. Эксперимент и опыт. Качественный и количественный эксперимент. Пассивный и активный, лабораторный и производственный эксперимент. Понятия фактора, отклика, функции отклика.

**1.2. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.** Случайные величины и параметры их распределений. Случайное событие и случайная величина. Дискретная и непрерывная случайная величина. Вероятность события. Распределение случайной величины и его параметры.

Нормальный закон распределения. Сущность нормального распределения. Свойства закона нормального распределения. Математические выражения, описывающие нормальное распределение случайной величины.

### 2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

**2.1. Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание.** Основы вычисления параметров эмпирических распределений, генеральная совокупность, выборка. Оценка эмпирического распределения: состоятельная оценка, несмещенная оценка. Точечное оценивание, выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратичное отклонение. Точечное оценивание в электронных таблицах Microsoft Excel.

**2.2. Оценивание с помощью доверительного интервала. Проверка гипотез.** Особенности интервальной оценки. Построение доверительного интервала для математического ожидания. Построение доверительного интервала для дисперсии. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания.

Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Критерий Н. В. Смирнова. Критерий Диксона. Сравнение двух рядов наблюдений. Сравнение двух дисперсий. Проверка однородности нескольких дисперсий. Проверка гипотез о числовых значениях математических ожиданий. Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.

### 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА. ЭМПИРИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ

**3.1. Регрессионный анализ результатов эксперимента.** Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами.

Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.

**3.2. Оценка погрешностей результатов наблюдений.** Оценка погрешностей определения величин функций. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей. Определение наивыгоднейших условий эксперимента.

## **4. МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

**4.1. Основы планирования эксперимента.** Основные определения и понятия. Пример хорошего и плохого эксперимента.

**4.2. Планирование первого порядка.** Выбор основных факторов и их уровней. Планирование эксперимента. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Статистический анализ результатов эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Разработка математической модели первого порядка для технологического процесса.

**4.3. Планы второго порядка.** Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка. Разработка математической модели второго порядка для технологического процесса.

**4.4. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.** Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования.

## **5. КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА**

**5.1. Обработка результатов эксперимента в Microsoft Excel.** Статистические функции Microsoft Excel. Метод группирования данных. Проверка статистических гипотез. Отбрасывание грубых наблюдений. Проверка гипотезы об однородности двух дисперсий. Проверка однородности нескольких дисперсий, найденных по выборкам одинакового объема. Проверка однородности нескольких дисперсий, найденных по выборкам различного объема. Проверка однородности средних арифметических. Проверка нормальности распределения. Определение коэффициента корреляции. Регрессионный анализ экспериментальных данных. Оценка показателей качества объекта по результатам экспериментов. Линейная парная регрессия. Нелинейная парная регрессия. Линейная множественная регрессия

**5.2. Обработка результатов эксперимента в MathCad.** Ввод и редактирование математических выражений. Построение графиков экспериментальной и теоретических зависимостей. Двумерные графики. Трехмерные графики. Нелинейные уравнения и системы в Mathcad. Использование решающего блока для решения задач оптимизации. Решение нелинейных оптимизационных задач.

**5.3. Обработка результатов эксперимента в STATISTICA.** Краткое описание системы STATISTICA. Общая структура системы. Возможные способы взаимодействия с системой. Ввод данных. Вывод численных и текстовых результатов анализа. Статистические процедуры системы STATISTICA. Структура диалога пользователя в системе STATISTICA. Примеры использования системы STATISTICA.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма получения высшего образования: *дневная*

| № п/п    | Название разделов, тем   | Всего аудиторных | Количество аудиторных часов |                      |                      | Количество часов СР | Формы контроля знаний |
|----------|--|------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|          |  |                  | Лекции                      | Практические занятия | Лабораторные занятия |                     |                       |
| <b>1</b> | <b>Введение в инженерный эксперимент</b>                                     | <b>2</b>         | <b>2</b>                    | –                    | –                    | <b>8</b>            | <b>Устн. опрос</b>    |
| 1.1      | Эксперимент как предмет исследования   | 1                | 1                           | –                    | –                    | 4                   | Устн. опрос           |
| 1.2      | Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики          | 1                | 1                           | –                    | –                    | 4                   | Устн. опрос           |
| <b>2</b> | <b>Предварительная обработка экспериментальных данных</b>                    | <b>6</b>         | <b>4</b>                    | <b>2</b>             | –                    | <b>8</b>            | <b>Устн. опрос</b>    |
| 2.1      | Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание        | 4                | 2                           | 2                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| 2.2      | Оценивание с помощью доверительного интервала. Проверка гипотез              | 2                | 2                           | –                    | –                    | 4                   | Устн. опрос           |
| <b>3</b> | <b>Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости</b>  | <b>8</b>         | <b>4</b>                    | <b>4</b>             | –                    | <b>8</b>            | <b>Устн. опрос</b>    |
| 3.1      | Регрессионный анализ результатов эксперимента                                | 4                | 2                           | 2                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| 3.2      | Оценка погрешностей результатов наблюдений                                   | 4                | 2                           | 2                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| <b>4</b> | <b>Методы планирования эксперимента. Логические основы</b>                   | <b>14</b>        | <b>2</b>                    | <b>12</b>            | –                    | <b>16</b>           | <b>Устн. опрос</b>    |
| 4.1      | Основы планирования эксперимента   | 2                | 2                           | –                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| 4.2      | Планирование первого порядка   | 4                | –                           | 4                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| 4.3      | Планы второго порядка  | 4                | –                           | 4                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| 4.4      | Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий                    | 4                | –                           | 4                    | –                    | 4                   | Сдача работ           |
| <b>5</b> | <b>Компьютерные методы статистической обработки результатов эксперимента</b> | <b>16</b>        | <b>4</b>                    | <b>12</b>            | –                    | <b>22</b>           | <b>Устн. опрос</b>    |
| 5.1      | Обработка результатов эксперимента в Microsoft Excel                         | 4                | –                           | 4                    | –                    | 6                   | Сдача работ           |
| 5.2      | Обработка результатов эксперимента в MathCad                                 | 6                | 2                           | 4                    | –                    | 8                   | Сдача работ           |
| 5.3      | Обработка результатов эксперимента в STATISTICA                              | 6                | 2                           | 4                    | –                    | 8                   | Сдача работ           |
|          | <b>Итого</b>   | <b>46</b>        | <b>16</b>                   | <b>30</b>            | –                    | <b>62</b>           | <b>Зачет</b>          |

**Форма получения высшего образования: заочная**

| №<br>п/п | Название разделов, тем   | Всего аудиторных | Количество аудиторных часов |                         |                         | Количество часов<br>СР | Формы контроля<br>знаний |
|----------|--|------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
|          |  |                  | Лекции                      | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>занятия |                        |                          |
| <b>1</b> | <b>Введение в инженерный эксперимент</b>                                     | <b>1</b>         | <b>1</b>                    | –                       | –                       | <b>8</b>               | <b>Устн. опрос</b>       |
| 1.1      | Эксперимент как предмет исследования   | 0,5              | 0,5                         | –                       | –                       | 4                      | Устн. опрос              |
| 1.2      | Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики          | 0,5              | 0,5                         | –                       | –                       | 4                      | Устн. опрос              |
| <b>2</b> | <b>Предварительная обработка экспериментальных данных</b>                    | <b>1</b>         | <b>1</b>                    | –                       | –                       | <b>16</b>              | <b>Устн. опрос</b>       |
| 2.1      | Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание        | 0,5              | 0,5                         | –                       | –                       | 8                      | Сдача работ              |
| 2.2      | Оценивание с помощью доверительного интервала. Проверка гипотез              | 0,5              | 0,5                         | –                       | –                       | 8                      | Устн. опрос              |
| <b>3</b> | <b>Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости</b>  | <b>3</b>         | <b>1</b>                    | <b>2</b>                | –                       | <b>14</b>              | <b>Устн. опрос</b>       |
| 3.1      | Регрессионный анализ результатов эксперимента                                | 2,5              | 0,5                         | 2                       | –                       | 6                      | Сдача работ              |
| 3.2      | Оценка погрешностей результатов наблюдений                                   | 0,5              | 0,5                         | –                       | –                       | 8                      | Сдача работ              |
| <b>4</b> | <b>Методы планирования эксперимента. Логические основы</b>                   | <b>5</b>         | <b>1</b>                    | <b>4</b>                | –                       | <b>24</b>              | <b>Устн. опрос</b>       |
| 4.1      | Основы планирования эксперимента   | 1                | 1                           | –                       | –                       | 6                      | Сдача работ              |
| 4.2      | Планирование первого порядка   | 1                | –                           | 1                       | –                       | 6                      | Сдача работ              |
| 4.3      | Планы второго порядка  | 1                | –                           | 1                       | –                       | 6                      | Сдача работ              |
| 4.4      | Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий                    | 2                | –                           | 2                       | –                       | 6                      | Сдача работ              |
| <b>5</b> | <b>Компьютерные методы статистической обработки результатов эксперимента</b> | <b>2</b>         | –                           | <b>2</b>                | –                       | <b>34</b>              | <b>Устн. опрос</b>       |
| 5.1      | Обработка результатов эксперимента в Microsoft Excel                         | 2                | –                           | 2                       | –                       | 10                     | Сдача работ              |
| 5.2      | Обработка результатов эксперимента в MathCad                                 | –                | –                           | –                       | –                       | 12                     | Сдача работ              |
| 5.3      | Обработка результатов эксперимента в STATISTICA                              | –                | –                           | –                       | –                       | 12                     | Сдача работ              |
|          | <b>Итого</b>   | <b>12</b>        | <b>4</b>                    | <b>8</b>                | –                       | <b>96</b>              | <b>Зачет</b>             |

## **4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **4.1. Перечень практических занятий**

1. Планирование однофакторного эксперимента.
2. Планирование многофакторного эксперимента.
3. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.
4. Обработка результатов исследований при планировании эксперимента.
5. Применение корреляционного анализа для нахождения связей между случайными величинами.
6. Применение регрессионного анализа для нахождения функциональных связей между случайными величинами.
7. Обработка результатов эксперимента в Microsoft Excel.
8. Обработка результатов эксперимента в MathCad.
9. Обработка результатов эксперимента в STATISTICA.

### **4.2. Рекомендуемые формы и методы обучения**

Изучение учебной дисциплины «Статистические методы анализа и планирования эксперимента» предполагает посещение лекций, практических занятий и самостоятельную работу магистрантов.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, практических занятиях и при самостоятельной работе;
- учебно-исследовательская деятельность, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
- проектные технологии, используемые при выполнении конкретных заданий на практических занятиях и при самостоятельной работе.

### **4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

Объем самостоятельной работы магистрантов по учебной дисциплине должен соответствовать реальному бюджету времени обучающегося, выделяемого на данный вид работы.

Самостоятельная работа может быть организована как самообразование вне аудитории в удобное для магистранта время или как контролируемая преподавателем работа, при этом преподаватель оказывает методическую помощь, проводит индивидуальные консультации.

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться для изучения основной и дополнительной литературы; выполнения расчетов; решения задач; выполнения исследовательских и творческих заданий; подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций; составления обзо-

ра научной (научно-технической) литературы по заданной теме; составления тестов. Контроль качества самостоятельной работы осуществляется в рамках контрольных мероприятий по учебной дисциплине.

Для эффективной организации самостоятельной работы необходимо наличие учебной, справочной, методической литературы и ее перечня; учебно-методического комплекса, в том числе электронного, наглядных пособий, мультимедийных, видеоматериалов, заданий, тестов.

#### **4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Диагностирование знаний и компетенций магистранта (контроль знаний) осуществляется следующим образом. При выполнении практических работ магистранты защищают каждую работу.

Формой контроля изучения теоретического курса является зачет, а для текущего контроля процесса изучения расчетного курса и стимулирования равномерной работы в течение семестра выполняются устный опрос.

#### **4.5. Критерии оценок результатов учебной деятельности**

Учебная деятельность оценивается с использованием следующих критериев:

##### **Зачтено:**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Статистические методы анализа и планирования эксперимента»;
- использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

##### **Не зачтено:**

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

- пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;
- неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок;
- отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины.

## 4.6. Литература

### *Основная*

1. Гусак, А. А. Теория вероятностей. Справочное пособие к решению задач / А. А. Гусак, Е. А. Бричикова. – 7-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2009. – 286 с.
2. Белокопытов, А. В. Компьютерные технологии обработки информации: учеб. пособие / А. В. Белокопытов. – Смоленск, 2007. – 151 с.
3. Рогов, В. А. Методика и практика технических экспериментов: учебное пособие / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. – М.: Академия, 2005. – 283 с.
4. Гайдышев, И. П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++ : монография / И. П. Гайдышев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 504 с.
5. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 7-е изд. стер. – М.: Высшая школа, 1999. – 479 с.
6. Маркова, Л. В. Расчеты в среде MATHCAD: учеб. пособие / Л. В. Маркова, В. С. Мастяница. – Минск: БГУ, 1999. – 36 с.
7. Львовский, Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул: учеб. пособие для вузов / Е. Н. Львовский. – М.: Высш. шк., 1982. – 224 с.

### *Дополнительная*

1. Кундас, С. П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей: монография / С. П. Кундас. – Минск: Бестпринт, 2005. – 313 с.
2. Олбрайт, К. Моделирование с помощью Microsoft Excel и VBA: разработка систем поддержки принятия решений: пер. с англ. / К. Олбрайт. – М.: Вильямс, 2005. – 672 с.
3. Боровиков В. П. Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. – 2-е изд. – М.: Информационно-издательский дом ФИЛИНЪ. – 608 с.
4. Гайдышев, И. Анализ и обработка данных: Специальный справочник / И. Гайдышев. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
5. Хайлис, Г. А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных / Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. – М.: Корлос, 1994. – 169 с.

6. Бела́й, Г. Е. Организация металлургического эксперимента: учеб. пособие для вузов / Г. Е. Бела́й, В. В. Дембовский, О. В. Саценко; под ред. В. В. Дембовского. – М.: Металлургия, 1993. – 256 с.

7. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.

8. Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: справочник / М. Н. Степнов. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.

9. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: методы обработки данных: пер. с англ. / Н. Джонсон; ред. Э. К. Лекций. – М.: Мир, 1980. – 610 с.

10. Налимов, В. В. Логические основы планирования эксперимента / В. В. Налимов, Т. И. Голикова. – М.: Металлургия, 1980. – 152 с.

11. Митков, А. Л. Статистические методы в сельхозмашиностроении / А. Л. Митков, С. В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с.

12. Круг, Г. К. Планирование эксперимента в задачах идентификации и экстраполяции: научное издание / Г. К. Круг, Ю. А. Сосулин, В. А. Фатуев. – М.: Наука, 1977. – 203 с.

13. Гришин, В. К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов: учеб. пособие / В. К. Гришин. – М.: Московский университет, 1975. – 128 с.

14. Горский, В. Г. Планирование промышленных экспериментов / В. Г. Горский, Ю. П. Адлер. – М.: Металлургия, 1974. – 264 с.

15. Шенк, Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк; пер. Е. Г. Коваленко; ред. Н. П. Бусленко. – М.: Мир, 1972. – 382 с.

16. Федоров, В. В. Теория оптимального эксперимента: (планирование регрессионных экспериментов) / В. В. Федоров; ред. Г. Я. Мякишев. – М.: Наука, Главная редакция Физико-математической литературы, 1971. – 308 с.

17. Налимов, В. В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В. В. Налимов, Н. А. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 340 с.