

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор

Т.А. Хагуров

«30» мая 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.33 ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА**

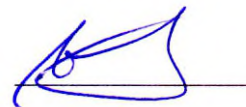
|                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Направление подготовки   | 27.03.01 Стандартизация и метрология |
| Направленность (профиль) | Стандартизация и сертификация        |
| Форма обучения           | очная                                |
| Квалификация выпускника  | бакалавр                             |

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология.

Рабочую программу составил:

Н.В.Шельдешов, профессор кафедры физической химии  
д-р хим. наук, доц.

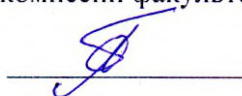


Рабочая программа дисциплины ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 10 от 03 апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой физической химии И.В.Фалина 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от 24 апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета, А.В.Беспалов



Рецензенты:

В.В. Доценко, заведующий кафедрой органической и биоорганической химии  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», профессор, д-р. хим. наук.

Н.Н. Петров, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные  
решения», канд. хим. наук.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

**1.1. Цель дисциплины:** формирование у студентов теоретических знаний в области планирования эксперимента.

**1.2. Задачи дисциплины:** освоение теоретических знаний и навыков использования расчётных планирования эксперимента.

### 1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Планирование эксперимента» относится к Обязательной части, Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачёт.

Изучению дисциплины «Планирование эксперимента» предшествует изучение дисциплин «Математика», «Информатика». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Организация и технология испытаний», «Теория и практика испытаний» и «Современные методы и средства испытаний».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции                                                                                                                                                                                                          | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий, изучать и анализировать необходимую информацию, проводить необходимые расчеты с использованием современных программных средств |                                                                                                                                                                                                   |
| ИОПК-1.1. Предлагает методы исследования многофакторных объектов и анализирует результаты экспериментов с использованием теоретических основ планирования эксперимента и современных программных средств.                                                      | Знает методы исследования многофакторных объектов и анализа результатов экспериментов с использованием теоретических основ планирования эксперимента и современных программных средств.           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | Умеет применять методы исследования многофакторных объектов и анализа результатов экспериментов с использованием теоретических основ планирования эксперимента и современных программных средств. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | Владеет методами исследования многофакторных объектов и анализирует результаты экспериментов с использованием теоретических основ планирования эксперимента и современных программных средств.    |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы                             | Всего часов | Семестры |  |
|------------------------------------------------|-------------|----------|--|
|                                                |             | 5        |  |
| <b>Контактная работа, в том числе</b>          |             |          |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | 72          | 72       |  |
| Занятия лекционного типа                       | 36          | 36       |  |
| Лабораторные занятия                           | 36          | 36       |  |
| Занятия семинарского типа (семинары, практиче- |             |          |  |

|                                                                       |                                       |             |             |  |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|--|
| ские занятия)                                                         |                                       |             |             |  |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                        |                                       |             |             |  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                                       | 6           | 6           |  |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                                       | 0,2         | 0,2         |  |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе</b>                            |                                       | <b>65,8</b> | <b>65,8</b> |  |
| Курсовая работа                                                       |                                       |             |             |  |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                                       | 50          | 50          |  |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                                       |             |             |  |
| Реферат                                                               |                                       |             |             |  |
|                                                                       |                                       |             |             |  |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                                       | 15,8        | 15,8        |  |
| <b>Контроль:</b>                                                      |                                       |             |             |  |
| Подготовка к экзамену                                                 |                                       |             |             |  |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                             | <b>час.</b>                           | <b>144</b>  | <b>144</b>  |  |
|                                                                       | <b>в том числе контакт-ная работа</b> | <b>78,2</b> | <b>78,2</b> |  |
|                                                                       | <b>зач. ед</b>                        | <b>4</b>    | <b>4</b>    |  |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма обучения)

| № раз-дела | Наименование разделов (тем)                                                                                                                                                                                                                                            | Количество часов |                   |    |    |                             |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|-----------------------------|
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                        | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа<br>СРС |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                             |
| 1          | Введение                                                                                                                                                                                                                                                               | 8                | 2                 | 0  | 4  | 2                           |
| 2          | Планы первого и второго поряд-ка                                                                                                                                                                                                                                       | 32               | 10                | 0  | 10 | 12                          |
| 3          | Методы поиска оптимума                                                                                                                                                                                                                                                 | 32               | 12                | 0  | 10 | 10                          |
| 4          | Планирование эксперимента при описании диаграмм "состав – свойство".                                                                                                                                                                                                   | 18               | 6                 | 0  | 6  | 6                           |
| 5          | Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Применение метода наименьших квадратов. Использование мето-да наименьших квадратов при изучении механизма явлений в случае функций нелинейных по параметрам. Планирование экс-периментов в пакете STATISTICA | 13,8             | 4                 | 0  | 4  | 5,8                         |
|            | <i>Всего:</i>                                                                                                                                                                                                                                                          | 103,8            | 34                | 0  | 34 | 35,8                        |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные заня-тия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела            | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Форма текущего контроля |
|----|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                       |
| 1. | Введение                        | Понятие о математических методах планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент. Факторы, влияющие на протекание технологического процесса. Функции отклика и их геометрические образы. Математическая модель процесса. Основные характеристики случайных величин, используемых в методах планирования эксперимента.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | КР, ЛР                  |
| 2. | Планы первого и второго порядка | Многофакторные эксперименты. Выделение значимых факторов. План эксперимента. Критерии оптимальности планов регрессионного анализа.<br>Линейная регрессия от одного фактора. Расчет коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов.<br>Полный факторный эксперимент. Матрица полного факторного эксперимента и её свойства. Геометрический образ плана полного факторного эксперимента. Вычисление коэффициентов регрессии в полном факторном эксперименте. Статистический анализ уравнения регрессии в полном факторном эксперименте.<br>Дробный факторный эксперимент. Матрица дробного факторного эксперимента и её свойства. Вычисление коэффициентов регрессии в дробном факторном эксперименте. Статистический анализ уравнения регрессии.<br>Оптимизация процесса. Ортогональное центральное композиционное планирование. Матрица ОЦКП и её свойства. Вычисление коэффициентов регрессии в ОЦКП. Статистический анализ уравнения регрессии. Рототабельное центральное композиционное планирование. Матрица и её свойства. Вычисление коэффициентов регрессии. Статистический анализ уравнения регрессии. | КР, ЛР                  |
| 3. | Методы поиска оптимума          | Методы одномерного поиска в процессе оптимизации. Методы многомерного поиска экстремума: градиентный, крутого восхождения, Гаусса – Зайделя, случайного поиска. Симплексный метод оптимизации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | КР, ЛР                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 4. | Планирование эксперимента при описании диаграмм "состав – свойство".                                                                                                                                                                                                 | Планирование экспериментов при математическом описании диаграмм "состав – свойство".                                                                                                                                                                                 | КР, ЛР |
| 5. | Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Применение метода наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов при изучении механизма явлений в случае функций нелинейных по параметрам. Планирование экспериментов в пакете STATISTICA | Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Применение метода наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов при изучении механизма явлений в случае функций нелинейных по параметрам. Планирование экспериментов в пакете STATISTICA | КР, ЛР |

Примечание: ЛР – лабораторная работа, КР – контрольная работа

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| №  | Наименование лабораторных работ                                                                                     | Форма текущего контроля |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Основные характеристики случайных величин, используемых в методах планирования эксперимента.                        | ЛР, КР                  |
| 2. | Полный факторный эксперимент.                                                                                       | ЛР, КР                  |
| 3. | Дробный факторный эксперимент.                                                                                      | ЛР, КР                  |
| 4. | Ортогональный центральный композиционный план.                                                                      | ЛР, КР                  |
| 5. | Градиентный метод поиска оптимума.                                                                                  | ЛР, КР                  |
| 6. | Метод крутого восхождения при поиске оптимума.                                                                      | ЛР, КР                  |
| 7. | Симплексный метод поиска оптимума.                                                                                  | ЛР, КР                  |
| 8. | Планирование экспериментов при математическом описании диаграмм "состав – свойство".                                | ЛР, КР                  |
| 9. | Использование метода наименьших квадратов при изучении механизма явлений в случае функций нелинейных по параметрам. | ЛР, КР                  |

Примечание: ЛР – лабораторная работа, КР – контрольная работа

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены учебным планом

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                         | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала. | <p>1. Промышленная статистика: контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Халафян. - Москва : URSS : [Книжный дом "ЛИБРОКОМ"], 2013. - 380 с. Текст : непосредственный.</p> <p>2. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для магистров / Н. И. Сидняев. - М. : Юрайт : [ИД Юрайт], 2012. - 399 с. - Текст : непосредственный.</p> <p>3. Халафян А.А. Статистический анализ данных. STATISTICA 6 [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Халафян. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - М. : [Бином-Пресс], 2009. - 522 с.</p> <p>4. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p> <p>5. От постановки задачи до принятия решения : учебное пособие по планированию эксперимента и стат. обраб. его результатов для инженеров-физиков / Л. А. Луизова ; Петрозавод. гос. ун-т. - Петрозаводск , 1991. - 98 с. - Текст : непосредственный.</p> <p>6. Теория эксперимента : учебное пособие / В. С. Трусов. - Томск : Изд-во Томского университета, 1983. - 183 с. - Текст : непосредственный.</p> <p>7. Планирование эксперимента и математическое моделирование химических реакций : учебное пособие / В. Д. Енальев, В. И. Мельниченко ; Донецкий гос. ун-т. - Донецк : ДонГУ, 1982. - 88 с. - Текст : непосредственный.</p> |
| 2 | Подготовка к лабораторным работам.              | Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. Часть лекционных занятий проводится в форме проблемных лекций. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты углубляют и расширяют теоретические знания, решают расчётные задачи, также задания, не требующие расчётов, но для выполнения которых необходимо глубокое знание соответствующего теоретического раздела.

| Семестр       | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|---------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 5             | ЛР                         | Беседы<br>Разбор ситуаций<br>Работа в малых группах   | 5<br>6<br>5      |
| <i>Итого:</i> |                            |                                                       | 16               |

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

##### ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

по дисциплине “Планирование эксперимента”

Направление подготовки – 27.03.01 Стандартизация и метрология

Разделы рабочей программы «Введение», «Планы первого и второго порядка»

#### Вариант 1

1. Основные понятия планирования эксперимента: статистическая модель объекта, способы накопления информации об объекте.
2. Назначение планов первого порядка. Как строится матрица планирования ПФЭ в физических и безразмерных переменных? Приведите пример, укажите ее особенности. Геометрический образ плана ПФЭ.
3. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ДФЭ? Приведите рисунок для двухфакторного объекта.
4. Какие идеи положены в основу метода наименьших квадратов? Привести пример вывода формул для расчета коэффициентов функции линейной по этим коэффициентам (число коэффициентов равно 3).

##### ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 2

по дисциплине “Планирование эксперимента”

Направление подготовки – 27.03.01 Стандартизация и метрология

**Вариант 1**

1. Задача поиска оптимума. Области, где возникает необходимость в решении этой задачи.
2. Симплексный метод поиска оптимума многомерной функции отклика.
3. Как можно преобразовать функцию нелинейную по переменным к линейному виду, удобному для последующего нахождения ее коэффициентов с помощью простейшего варианта метода наименьших квадратов? Привести три различных примера.
4. Как, пользуясь разложением функции нелинейной по коэффициентам в ряд Тейлора и применяя идеи метода наименьших квадратов, рассчитать коэффициенты известной функции по экспериментальным данным? Привести пример расчета для какой-либо функции.

**4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

**Вопросы к зачёту**

1. Основные понятия планирования эксперимента: объект исследования, фактор, отклик, план эксперимента.
2. Статистическая модель объекта, функции отклика и их геометрические образы.
3. Основные характеристики случайных величин, используемых в методах планирования эксперимента.
4. Способы накопления информации об объекте.
5. Области, в которых находит применение планирование эксперимента.
6. Назначение и основные особенности планов первого порядка.
7. Матрица полного факторного эксперимента и её свойства, геометрический образ плана ПФЭ.
8. Какие идеи положены в основу метода наименьших квадратов? Привести пример вывода формул для расчета коэффициентов функции линейной по этим коэффициентам (число коэффициентов равно 3).
9. Вычисление коэффициентов регрессии в полном факторном эксперименте.
10. Проверка однородности оценок дисперсии, проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнения регрессии в полном факторном эксперименте.
11. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ПФЭ? Приведите рисунок для двухфакторного объекта.
12. Дробный факторный эксперимент; области его применения; матрица плана ДФЭ, ее связь с матрицей ПФЭ, геометрический образ плана ДФЭ.
13. Генерирующие отношения, определяющие контрасты, смешанные оценки коэффициентов уравнения регрессии в ДФЭ.
14. Вычисление коэффициентов регрессии в дробном факторном эксперименте.
15. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ДФЭ?
16. Матрица ортогонального центрального композиционного плана, ее свойства, геометрический образ плана ОЦКП.
17. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ОЦКП? Приведите рисунок для двухфакторного объекта.
18. Матрица рототабельного центрального композиционного плана, ее свойства, геометрический образ плана ОЦКП.

19. В каких случаях возникает необходимость применения трехуровневых факторных планов при планировании экспериментов?
20. Задача поиска оптимума. Области, где возникает необходимость в решении этой задачи.
21. Классификация методов оптимизации: теоретические, экспериментальные, градиентные, неградиентные.
22. Методы одномерного поиска оптимума.
23. Особенности многомерного поиска оптимума.
24. Метод градиента в многомерном поиске.
25. Метод крутого восхождения в многомерном поиске.
26. Метод Гаусса – Зайделя в многомерном поиске.
27. Метод случайного поиска в многомерном поиске.
28. Симплексный метод оптимизации.
29. Математическое описание диаграмм "состав – свойство". Приведенные полиномы. Геометрические образы симплекс-решетчатых планов.
30. Как можно преобразовать функцию нелинейную по переменным к линейному виду, удобному для последующего нахождения ее коэффициентов с помощью простейшего варианта метода наименьших квадратов? Привести три различных примера.
31. Как, пользуясь разложением функции нелинейной по коэффициентам в ряд Тейлора и применяя идеи метода наименьших квадратов, рассчитать коэффициенты известной функции по экспериментальным данным? Привести пример расчета для какой-либо функции.
32. Что является общим между методами поиска оптимума функции отклика и методами расчета коэффициентов функции нелинейной по этим коэффициентам по экспериментальным данным?
33. Как по экспериментальным данным, пользуясь симплексным методом, можно найти коэффициенты функции нелинейной по этим коэффициентам?
34. Планирование экспериментов в пакете STATISTICA.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Промышленная статистика: контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Халафян. - Москва : URSS : [Книжный дом "ЛИБРОКОМ"], 2013. - 380 с. Текст : непосредственный.
2. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для магистров / Н. И. Сидняев. - М. : Юрайт : [ИД Юрайт], 2012. - 399 с. - Текст : непосредственный.
3. Халафян А.А. Статистический анализ данных. STATISTICA 6 [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Халафян. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - М. : [Бином-Пресс], 2009. - 522 с.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. От постановки задачи до принятия решения : учебное пособие по планированию эксперимента и стат. обраб. его результатов для инженеров-физиков / Л. А. Луизова ; Петрозавод. гос. ун-т. - Петрозаводск , 1991. - 98 с. - Текст : непосредственный.
2. Теория эксперимента : учебное пособие / В. С. Трусов. - Томск : Изд-во Томского университета, 1983. - 183 с. - Текст : непосредственный.
3. Планирование эксперимента и математическое моделирование химических реакций : учебное пособие / В. Д. Енальев, В. И. Мельниченко ; Донецкий гос. ун-т. - Донецк : ДонГУ, 1982. - 88 с. - Текст : непосредственный.

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) <http://www.elibrary.ru/>
2. Электронная коллекция научной и технической полнотекстовой и библиографической информации ScienseDirect – <http://www.sciencedirect.com>

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

**Общие рекомендации**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

**Работа с конспектом лекций**

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Выполнение лабораторных работ**

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по

работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

#### Лекции

##### Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

##### Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Необходимо, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

#### Лабораторные занятия

##### Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. MS Office (Word, Excel, PowerPoint), Пакет STATISTICA.
2. Программное обеспечение для слабовидящих.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>).

2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                                                                               |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран) и соответствующим программным обеспечением – ауд. 416, корп. С (улица Ставропольская, 149).                                                                                                                              |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Компьютерный класс с терминальными станциями с операционной системой Windows, Microsoft Office (Excel), Statistica – вычислительный центр КубГУ (улица Ставропольская, 149).                                                                                                                         |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория – ауд. 416, корп. С (улица Ставропольская, 149).                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория – ауд. 416, корп. С (улица Ставропольская, 149).                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Кабинеты для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета – ауд. 329, корп. С, ауд.140 (улица Ставропольская, 149). |