

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 – научный  
проректор  
  
И.А. Хагуров  
«28» мая 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.06 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»**

Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль)	Промышленная безопасность и охрана труда
Форма обучения	очная
Квалификация выпускника	бакалавр

Краснодар 2021

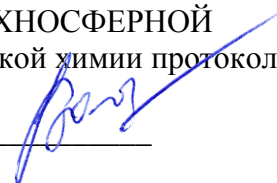
Рабочая программа дисциплины ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

Рабочую программу составил:  
Н.В.Шельдешов, профессор кафедры физической химии  
д-р хим. наук, доц.



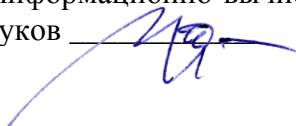
Рабочая программа дисциплины ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 11 от 20 мая 2021 г.

Заведующий кафедрой физической химии В.И.Заболоцкий



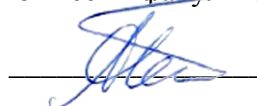
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 10 от 17 мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)  
общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии  
докт. хим. наук, профессор Н.Н.Буков



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от 24 мая 2021 г.

Председатель УМК факультета, А.В.Беспалов



Рецензенты:

С.П. Доценко, профессор кафедры органической, физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», 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:** получение студентами основ теоретических знаний планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности.

**1.2. Задачи дисциплины:** освоение знаний теоретических основ и получение практических навыков планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности.

### 1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы теории планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности» относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока 1 учебного плана.

Изучению дисциплины «Основы теории планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности» должно предшествовать изучение таких дисциплин, как «Высшая математика». Дисциплина «Основы теории планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности» является предшествующей при изучении дисциплин: «Производственная безопасность», «Проектирование и расчет систем промышленной безопасности», «Ресурсо- и энергосберегающие промышленные технологии».

### 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*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3</b> Способен использовать профессиональное программное обеспечение для сбора, обработки и передачи информации и современные средства вычислительной техники и информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования процессов в техносфере.	
ИПК-3.1. Использует профессиональное программное обеспечение для сбора, обработки и передачи информации и современные средства вычислительной техники и информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования процессов в техносфере.	<b>Знает</b> Основы теории планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности.
	<b>Умеет</b> использовать профессиональное программное обеспечение для сбора, обработки и передачи информации и современные средства вычислительной техники и информационно-коммуникационные технологии для математического моделирования многофакторных процессов в техносфере.
	<b>Владет</b> навыками применения профессионального программного обеспечения для сбора, обработки и передачи информации и современных средств вычислительной техники и информационно-коммуникационных технологий для математического моделирования многофакторных процессов в техносфере.

## 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	
		8	

<b>Контактная работа, в том числе</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		60	60	
Занятия лекционного типа		20	20	
Лабораторные занятия		40	40	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)				
<b>Иная контактная работа:</b>				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6	
Промежуточная аттестация (ИКТ)		0,5	0,5	
<b>Самостоятельная работа, в том числе</b>		41,8	41,8	
Курсовая работа				
Проработка учебного (теоретического) материала		26	26	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)				
Реферат				
Подготовка отчета по лабораторным работам		6	6	
Подготовка к текущему контролю		9,8	9,8	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену		35,7	35,7	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	144	<b>144</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	66,5	<b>66,5</b>	
	<b>зач. ед</b>	4	<b>4</b>	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Наблюдение и эксперимент как основы теории математического моделирования многофакторных объектов.	10	2	0	4	4
2.	Применение элементов матричной алгебры в обработке экспериментальных данных. Основы планирования многофакторного эксперимента. Планы первого и второго порядков.	36	6	0	16	14
3.	Планирование эксперимента при описании функции отклика, зависящей только от соотношения факторов.	18	4	0	8	6
4.	Методы поиска оптимума без нахождения уравнения поверхности отклика многофакторных объектов.	15	2	0	8	5
5.	Планирование многофакторных экспериментов в пакете STATISTICA.	26,8	2	0	16	8,8
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		105,8	16	0	52	37,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				

Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
Подготовка к текущему контролю	0				
Общая трудоемкость по дисциплине	108				

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Наблюдение и эксперимент как основы теории математического моделирования многофакторных объектов.	Понятие о математических методах планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности. 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 теории математического моделирования многофакторных объектов.	КР, ЛР
2.	Применение элементов матричной алгебры в обработке экспериментальных данных. Основы планирования многофакторного эксперимента. Планы первого и второго порядков.	<p>Многофакторные эксперименты. Выделение значимых факторов. План эксперимента. Критерии оптимальности планов регрессионного анализа.</p> <p>Линейная регрессия от одного фактора. Расчет коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов.</p> <p>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.</p> <p>Дробный факторный эксперимент. Матрица дробного факторного эксперимента и её свойства. Вычисление коэффициентов регрессии в дробном факторном эксперименте. Статистический анализ уравнения регрессии.</p> <p>Оптимизация процесса. Ортогональное центральное композиционное планирование. Матрица ОЦКП и её свойства. Вычисление коэффициентов регрессии в ОЦКП. Статистический анализ уравнения регрессии. Рототабельное центральное композиционное планирова-</p>	КР, ЛР

		ние. Матрица и её свойства. Вычисление коэффициентов регрессии. Статистический анализ уравнения регрессии.	
3.	Планирование эксперимента при описании функции отклика, зависящей только от соотношения факторов.	Планирование экспериментов при математическом описании диаграмм "состав – свойство".	КР, ЛР
4.	Методы поиска оптимума без нахождения уравнения поверхности отклика многофакторных объектов.	Методы одномерного поиска в процессе оптимизации. Методы многомерного поиска экстремума: градиентный, крутого восхождения, Гаусса – Зайделя, случайного поиска. Симплексный метод оптимизации.	КР, ЛР
5.	Планирование многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности в пакете STATISTICA.	Особенности подготовки исходных данных, выбора метода планирования, расчётов, представления и интерпретации результатов расчёта при планировании экспериментов в пакете STATISTICA.	КР, ЛР

Примечание: КР – контрольная работа, ЛР – лабораторная 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 многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности.	ЛР, КР
2.	Полный факторный эксперимент.	ЛР, КР
3.	Дробный факторный эксперимент.	ЛР, КР
4.	Ортогональный центральный композиционный план.	ЛР, КР
5.	Метод Гаусса - Зайделя при поиске оптимума.	ЛР, КР
6.	Градиентный метод поиска оптимума.	ЛР, КР
7.	Метод крутого восхождения при поиске оптимума.	ЛР, КР
8.	Симплексный метод поиска оптимума.	ЛР, КР
9.	Планирование экспериментов при математическом описании диаграмм "состав – свойство".	ЛР, КР
10.	Использование метода наименьших квадратов при изучении механизма явлений в случае функций нелинейных по параметрам.	ЛР, КР
11.	Планирование многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности в пакете STATISTICA.	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. Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/92623">https://e.lanbook.com/book/92623</a>.</p> <p>2. 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>3. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 495 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Режим доступа : <a href="http://www.biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B">www.biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B</a>.</p> <p>4. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/65949">https://e.lanbook.com/book/65949</a>.</p> <p>5. Смагунова, А.Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Смагунова, Г.В. Пашкова, Л.И. Белых. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 120 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/98248">https://e.lanbook.com/book/98248</a>.</p> <p>6. 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>
2	Подготовка к выполнению лабораторных работ	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) предоставля-

ются 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 и практических 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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **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 “ Основы теории планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности ”

Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность

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 “ Основы теории планирования многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности ”  
Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность

Разделы рабочей программы «Методы поиска оптимума»

**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. Поясните основные понятия многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности: план эксперимента, планирование эксперимента, способы накопления информации об объекте. В связи с чем модель объекта называют статистической?
2. Какие задачи могут быть решены с применением многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности? В каких областях науки и техники применимы методы планирования эксперимента? Поясните основные понятия планирования эксперимента: объект, факторы, отклики. Какие выделяют типы факторов?
3. В каких случаях применяют планы первого порядка? Как строится матрица планирования ПФЭ в физических и безразмерных переменных? Приведите пример, укажите особенности этой матрицы. Изобразите геометрический образ плана ПФЭ.
4. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ПФЭ? Приведите рисунок для двухфакторного объекта.
5. Как строится матрица планирования ДФЭ в физических и безразмерных переменных? Приведите пример, укажите ее особенности. Для чего применяют генерирующие отношения? Что такое определяющие контрасты? Какой геометрический образ соответствует плану ДФЭ для трехфакторного объекта?
6. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ДФЭ? Приведите в качестве пояснения рисунок. В каких случаях применение планов первого порядка недостаточно для описания функции отклика изучаемого объекта?
7. В каких случаях возникает необходимость в применении планов второго порядка? Как строится матрица планирования ОЦКП в физических и безразмерных переменных? Приведите пример, укажите ее особенности. Изобразите на рисунке геометрический образ плана ОЦКП.

8. Какой план эксперимента называют композиционным? Приведите пример такого плана. В чем преимущество такого плана?
9. Какую форму имеет поверхность отклика, получаемая в результате выполнения ОКЦП? Приведите рисунок для двухфакторного объекта. В каких случаях возникает необходимость в применении планов второго порядка?
10. Какое свойство плана эксперимента называют ортогональностью? Как достигается ортогональность плана в ПФЭ, в ОЦКП? Какие преимущества имеют ортогональные планы при расчёте коэффициентов регрессии?
11. В чем особенности реализации метода наименьших квадратов в случае применения планов ПФЭ, ДФЭ и ОЦКП?
12. Какие коэффициенты регрессии называют значимыми? Какие — незначимыми? Как проверяется значимость коэффициентов регрессии?
13. Какая математическая модель называется адекватной экспериментальным данным? Какая — неадекватной? Как проверяется адекватность математической модели? Какое решение принимается, если обнаружено, что модель является неадекватной?
14. Чем отличаются планы первого и второго порядка? В каких случаях применимы планы первого порядка, второго порядка? Какие фигуры являются геометрическими образами планов ПФЭ, ДФЭ и ОКЦП? Приведите рисунки для двухфакторного и трехфакторного объектов.
15. Как взаимосвязаны матрицы ПФЭ, ДФЭ и ОКЦП? Приведите примеры, подтверждающие эту взаимосвязь. Укажите общие свойства этих планов и различия.
16. В каких случаях возникает задача поиска оптимума функции отклика? Какие методы применяются для его нахождения?
17. Какие методы поиска оптимума функции применимы в одномерном случае (однофакторный объект)?
18. Укажите особенности многомерного поиска оптимума, его отличия от одномерного поиска. Применяются ли в многомерном поиске методы, используемые в одномерном поиске? Приведите примеры.
19. Поясните метод Гаусса – Зайделя при нахождении экстремума многомерной функции отклика. Сравните этот метод с другими методами многомерного поиска, укажите его преимущества и недостатки.
20. Какая величина называется градиентом функции отклика? Как градиент функции связан с её частными производными по факторам? Как метод градиента используется для поиска экстремума многомерной функции отклика? Сравните этот метод с другими методами многомерного поиска, укажите его преимущества и недостатки.
21. Поясните симплексный метод поиска оптимума многомерной функции отклика. Сравните этот метод с другими методами многомерного поиска, укажите его преимущества и недостатки.
22. Поясните метод случайного поиска для нахождения экстремума многомерной функции отклика. Сравните этот метод с другими методами многомерного поиска, укажите его преимущества и недостатки.
23. Математическое описание диаграмм "состав – свойство". Приведенные полиномы. Геометрические образы симплекс-решетчатых планов.
24. В чем заключается метод линеаризации функций?
25. Поясните использование метода наименьших квадратов для расчета по экспериментальным данным коэффициентов известной функции нелинейной по этим коэффициентам.
26. Как можно использовать методы поиска оптимума функции отклика для расчета коэффициентов функции нелинейной по этим коэффициентам по экспериментальным данным?
27. Планирование многофакторных экспериментов в области техносферной безопасности в пакете STATISTICA

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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.

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

### **5.1 Основная литература:**

1. Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92623>

2. 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. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 495 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B](http://www.biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B).

2. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65949>.

3. Смагунова, А.Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Смагунова, Г.В. Пашкова, Л.И. Белых. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98248>.

## **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 ScienceDirect – <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 информационных технологий

1. Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.

### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

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

### 8.3 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. 126, 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. 126, корп. С (улица Ставропольская, 149).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория – ауд. 126, 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, 400, 401, корп. С (улица Ставропольская, 149).