

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
З.Х. Султыгова

«ноя» 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы организации, планирования и обработки  
результатов инженерного эксперимента**

(наименование дисциплины)

**Основной профессиональной образовательной программы**

04.06.01 Химические науки

Профиль 02.00.02 Аналитическая химия

(код и наименование направления специальности)

**Квалификация выпускника**

Исследователь. Преподаватель -исследователь

**Форма обучения**

очная

МАГАС, 2018 г.

Составители рабочей программы

профессор, к.т.н., доцент Арчаков Р.Р.  
(должность, уч. степень, звание) (подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ХИМИИ

Протокол заседания № 6 от « 24 » апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой

Султимова З.Х.  
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом  
ХИМИКО-БИОЛОГ. факультета.  
(к которому относится кафедра-составитель)

Протокол заседания № 4 от « 28 » апреля 2018 г.

Председатель учебно-методического совета  
Пичева А.И.  
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом  
\_\_\_\_\_ факультета  
(к которому относится данное направление подготовки/специальность)

Протокол заседания № \_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель учебно-методического совета

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф. И. О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 5 от « 23 » мая 2018 г.

Председатель Учебно-методического совета университета Хашацуров Ш.Б.  
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рассматриваемая дисциплина является общепрофессиональной в подготовке аспирантов, обучающихся по направлениям, реализуемым в ИнГГУ.

**Целями** освоения дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» являются:

- приобретение знаний в области планирования и организации эксперимента;
- усвоение методов получения информации в ходе эксперимента;
- формирование творческого мышления и привитие навыков использования приобретенных фундаментальных знаний, основных законов и методов при проведении лабораторного или промышленного эксперимента с последующей обработкой и анализом результатов исследований;
- формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований.

**Задачи** дисциплины:

- сформировать представления о системе накопления научных знаний и методах научного исследования; о методах планирования и организации экспериментального исследования;
- получение теоретических знаний и практических умений и навыков рассмотрения практических вопросов и задач, возникающих при постановке, планировании и обработке инженерных экспериментов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Учебная дисциплина «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» входит в состав ООП, как вариативная часть (блок 1) и изучается в 4 семестре.

Дисциплина «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» обеспечивает аспиранту необходимую базу для планирования и проведения экспериментальных исследований в области его научных интересов, обработки экспериментальных данных, и в конечном итоге для подготовки диссертации и автореферата по диссертации

**Связь дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Предшествующие дисциплины	Семестр
Б1.В.ОД.3	Педагогика высшей школы	2
Б1.В.ОД.4	Аналитическая химия	4
Б1.В.ОД.5	Методология научных исследований	3

Таблица 2.2.

**Связь дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Методы организации, планирования и обработки результатов»	Семестр
Б1.В.ОД.6	Актуальные задачи современной аналитической химии	6
Б1.В.ДВ.1	Адсорбция и хроматография, поверхностные явления	5
Б1.В.ДВ.1	Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды	5
Б1.В.ДВ.2	Современные химические методы анализа	5

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

- **знать:**
  - методологию научных исследований,
  - современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах,
  - основы планирования эксперимента,
  - формы представления результатов исследований.
- **уметь:**
  - планировать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования,
  - проводить сбор и обработку информации,
  - планировать и ставить задачи исследования,
  - выбирать методы экспериментальной работы,
  - представлять результаты научных исследований.
- **владеть опытом:**
  - использования методов планирования эксперимента,
  - представления различными формами результатов научных исследований.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы организации, планирования и обработки результатов инженерного эксперимента» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлениям подготовки 04.06.01 Химические науки:

#### Универсальные компетенции:

УК-1 – обладать способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

#### Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

#### Профессиональные компетенции:

ПК-1 – способность разрабатывать стратегию определения аналитических свойств целевых веществ и ее экспериментальной реализации;

ПК-2: способность к выбору оптимальных методов качественного и количественного определения состава вещества и владения ими.

### 4. ОБЪЕМ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

#### 4.1 (в часах и зачетных единицах)

Формы обучения – очная. Изучение дисциплины и промежуточная аттестация (зачет) по учебным планам предполагается на 2 году обучения аспирантуры в 4 семестре

**Таблица 4.1.**

#### **Объем дисциплины и виды учебной работы**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>4 семестр</b>
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	16	16
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС)	56	56

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 5.1.**

**Структура и содержание дисциплины**

№ п/п	Раздел дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Форма промежуточного контроля
				Лекции	Лаборат. занятия	СРС	
1.	Тема 1. Эксперимент как предмет исследования	4	1-4	1	1	8	Тест № 1, устный опрос
2.	Тема 2. Предварительная обработка экспериментальных данных	4	5-8	1	1	10	
3.	Тема 3. Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости	4	9-12	2	1	10	Тест №2, устный опрос
4.	Тема 4. Оценка погрешностей результатов наблюдений.	4	12-14	1	2	12	
5.	Тема 5. Методы планирования экспериментов	4	14-16	2	1	8	Устный опрос
6.	Тема 6. Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента	4	16-18	1	2	8	Устный опрос
	<b>Итого:</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	

**Конкретизация результатов освоения дисциплины**

<b>УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</b>		
<b>Знать:</b> основные методы научно-исследовательской деятельности	<b>Уметь:</b> выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.	<b>Владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.
<b>ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</b>		
<b>Знать:</b> Знать основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, основные способы (методы, алгоритмы) их решения и основные источники и методы поиска научной информации	<b>Уметь:</b> находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований	<b>Владеть:</b> современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях науки, навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях
<b>ПК-1: способность разрабатывать стратегию определения аналитических свойств целевых веществ и ее экспериментальной реализации</b>		
<b>Знать:</b> стандартные приемы	<b>Уметь:</b> анализировать	<b>Владеть:</b> базовыми

анализа и экспертизы простых веществ, мониторинга и исследования химических процессов и систем	простые вещества и исследовать химические процессы с использованием стандартных методик	(элементарными) навыками анализа экспертизы веществ, материалов различной природы, мониторинга и исследования химических процессов и систем по предлагаемым методикам
<b>ПК-2: способность к выбору оптимальных методов качественного и количественного определения состава веществ и владение ими</b>		
<b>Знать:</b> неорганическую химию, аналитическую химию, инструментальные методы анализа в рамках аспирантуры.	<b>Уметь:</b> понимать основы строения и свойства неорганических и органических соединений.	<b>Владеть:</b> базовыми теоретическими представлениями и методами разделения и концентрирования, химическими методами определения, принципами анализа различных объектов.

### Содержание дисциплины

**Тема 1. Эксперимент как предмет исследования.** Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований. Случайные величины и параметры их распределения. Нормальный закон распределения.

**Тема 2. Предварительная обработка экспериментальных данных.** Вычисление параметров эмпирических распределений. Точечное оценивание. Оценивание с помощью доверительного интервала. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Критерий согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.

**Тема 3. Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.** Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.

**Тема 4. Оценка погрешностей результатов наблюдений.** Оценка погрешностей определения величин функций. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей. Определение наиболее выгодных условий эксперимента.



**Тема 5. Методы планирования экспериментов.** Основные определения и понятия. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планирование первого порядка. Планы второго порядка. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.

**Тема 6. Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента.** Общие замечания. Статистические функции Microsoft Excel. Краткое описание системы STATISTICA.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Содержание самостоятельной работы:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.
- Вопросы для самостоятельного изучения:
  1. Что такое эксперимент? Какова его роль в научной и инженерной практике?
  2. Какие общие черты имеют научные методы исследований для изучения закономерностей различных процессов и явлений в промышленности?
  3. Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации.
  4. В чем заключаются принципиальные отличия активного эксперимента от пассивного?

5. Поясните преимущества и недостатки лабораторного и промышленного эксперимента.

6. В чем отличие количественного и качественного экспериментов? Что такое случайная величина? В чем заключаются отличия дискретной от непрерывной случайной величины? Приведите примеры.

Литература:

1. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 154 с.

2. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели: учебное пособие. — СПб. : Лань, 2015. — 320 с

3. **Грин, Виктор Михайлович.** Основы инженерного эксперимента: учеб. пособие / В. М. Грин; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. - 42 с.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Вопросы к зачету:**

1. Какие вероятностные характеристики используют для описания распределений случайных величин?

2. С какой целью используют законы распределения при обработке данных экспериментальных исследований?

3. Почему нормальный закон распределения наиболее применим в экспериментальной практике?

4. Какие параметры и свойства характерны для нормального закона распределения?

5. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?

6. Что такое генеральная совокупность и выборка?

7. Что такое точечное оценивание? Перечислите точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины.

8. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?

9. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
10. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
11. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?
12. Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?
13. В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных?
14. Какова процедура использования критерия Колмогорова-Смирнова для проверки гипотезы нормального распределения?
15. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
16. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии?
17. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
18. С помощью какого параметра оценивается теснота связи между случайными величинами? Поясните физическую суть этого параметра.
19. Как оценивается адекватность статистической модели?
20. Что называется частным коэффициентом корреляции?
21. Что называется множественным коэффициентом корреляции?
22. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции?
23. Каким образом производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии?
24. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии?
25. Что такое погрешность определения величин функций?
26. С какой целью рассчитывают погрешность?
27. Какие виды погрешностей вы знаете? Как они определяются?
28. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей?
29. Что понимают под выражением «наивыгоднейшие условия проведения эксперимента»?
30. Какова основная идея математического решения задачи поиска наивыгоднейших условий проведения эксперимента?
31. Из каких этапов состоит последовательность проведения активного эксперимента?

32. С какой целью используют теорию планирования эксперимента? Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?
33. В чем заключается основная идея ДФЭ?
34. В чем заключаются причины неадекватности математической модели? Как производится оценка адекватности?
35. Каковы принципы ротатабельного планирования эксперимента?
36. С какой целью композиционные планы приводят к ортогональному виду?
37. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?
37. На чем основан метод покоординатной оптимизации?
38. Из каких этапов состоит алгоритм оптимизации методом крутого восхождения?
39. В чем заключаются основная идея метода симплексного планирования?
40. Какие преимущества дает экспериментатору использование средств вычислительной техники?
40. Каковы возможности современных программ по обработке экспериментальных данных?
41. На каких принципах основана организация современных статистических пакетов?
42. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel?

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Лавров В.В., Спиринов Н.А.: Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Екатеринбург, 2004
2. Волосухин, Виктор Алексеевич. Планирование научного эксперимента: учебник / В. А. Волосухин, А. И. Тищенко. — 2-е изд. — Москва: Инфра-М РИОР, 2014. — 175 с.
3. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 154 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2015. — 320 с.

2. Грин В. М. Основы инженерного эксперимента: учеб. пособие / В. М. Грин; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. - 42 с
3. Порсев, Е.Г. Организация и планирование экспериментов: учебное пособие / Е.Г. Порсев. - Новосибирск: НГТУ, 2010. - 155 с.
4. Ли Р.И. Основы научных исследований: учебное пособие/ Ли Р.И. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 190 с.

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org/html>
4. <http://www.xumik.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. ChemSoft 2004

### **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Специальное помещение для проведения занятий семинарского типа, укомплектованное техническими средствами обучения для представления информации, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью.

2. Помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ИнГТУ.