

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий  
Кафедра аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор, проф. Кагуров А. А.

« 31 »

2019



**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.ОД.3 Методы постановки активного и пассивного  
эксперимента**

Направление подготовки 27.06.01 Управление в технических системах

Профиль подготовки 05.02.23 Стандартизация и управление качеством продукции


Квалификация аспиранта Преподаватель. Исследователь-преподаватель. Кандидат  
технических наук

Форма обучения очная

г. Краснодар  
2019

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах», профиль 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»

Составители:

  
\_\_\_\_\_ Темердашев Зауаль Ахлоович, доктор химических наук, профессор,  
заведующий кафедрой аналитической химии.

  
\_\_\_\_\_ Ратнер Светлана Валерьевна, доктор экономических наук, профессор  
кафедры аналитической химии.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры аналитической химии  
06.05.2019 г. протокол № 6.

Заведующий кафедрой  
аналитической химии,  
д.х.н., профессор

  
\_\_\_\_\_

З.А. Темердашев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий 16.05.2019 г. протокол № 6.

Председатель УМК  
факультета химии и высоких технологий,  
к.х.н., доцент

  
\_\_\_\_\_

Т.П.Стороженко

### 1. Цели освоения дисциплины

*Цели дисциплины* «Методы постановки активного и пассивного эксперимента»: формирование и аспирантов глубоких знаний в области планирования эксперимента, методов оптимизации, методов статистического анализа и устойчивых навыков постановки и реализации активных и пассивных научных экспериментов.

*Задачи дисциплины* состоят в систематизация и углубление знаний аспиранта терминологии в области теории активного и пассивного эксперимента, методов оптимизации, факторного и статистического анализа, совершенствование навыков постановки и проведения активного и пассивного эксперимента, совершенствование навыков инструментальной обработки результатов экспериментов и умения содержательно интерпретировать результаты эксперимента.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП «Управление в технических системах», профиль 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»

Дисциплина «Методы постановки активного и пассивного эксперимента» относится к обязательным дисциплинам, включенным в специальные дисциплины образовательного цикла основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах», профиль «Стандартизация и управление качеством продукции».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате изучения данной дисциплины у аспирантов должна быть выстроена система базовых знаний в области методов оптимизации, методов статистического анализа.

В результате освоения данной дисциплины аспиранты должны:

#### **Знать:**

- теорию и методология активного и пассивного эксперимента;
- методологию оценки качества;

#### **Уметь:**

- выбирать и использовать для обработки результатов эксперимента наиболее информативные методы статистического анализа данных;
- выбирать и использовать многомерное шкалирование и методы оценки взаимодействия факторов качества;

#### **Владеть:**

- методами оценки и измерения технических, технологических, экологических и социальных параметров качества продукции и производственных процессов;
- методами квалиметрической оценки сложных объектов.

### 4. Перечень формируемых компетенций и этапы их формирования

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:

#### **Профессиональные:**

- умение грамотно планировать активный и пассивный эксперименты и осуществлять их на практике (ПК-3);
- умение разрабатывать и применять методы квалиметрической оценки сложных объектов (ПК-4);

**Расшифровка компетенций в соответствии с картой компетенций основной образовательной программы:**

П.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-3	Умение грамотно планировать активные и пассивные эксперименты и осуществлять их на практике	теорию и методологию активного и пассивного эксперимента	выбирать и использовать для обработки результатов эксперимента наиболее информативные методы статистического анализа данных	методами оценки и измерения технических, технологических, экологических и социальных параметров качества продукции и производственных процессов
2	ПК-4	Умение разрабатывать и применять методы квалиметрической оценки сложных объектов	методологию оценки качества	выбирать и использовать многомерное шкалирование и методы оценки взаимодействия факторов качества	методами квалиметрической оценки сложных объектов

**Планируемые результаты обучения, характеризующие результаты, этапы формирования компетенций и критерии их оценивания**

Уровни формирования компетенций	Знает	Умеет	Владеет
ПК-3 - Умение грамотно планировать активные и пассивные эксперименты и осуществлять их на практике			
Пороговый	Фрагментарные знания по теории и методологии постановки активного и пассивного эксперимента	Фрагментарное использование знаний в области современных методов статистического анализа данных	Фрагментарное применение методов оценки и измерения технических, технологических, экологических и социальных параметров качества продукции и производственных процессов
Базовый	В целом полные, но содержащие отдельные пробелы знания по теории и методологии постановки	В целом корректное, но содержащее отдельные ошибки использование знаний в области современных методов статистического анализа дан-	В целом корректное, но содержащее отдельные ошибки, применение методов оценки и измерения технических,

Уровни формирования компетенций	Знает	Умеет	Владеет
	активного и пассивного эксперимента	ных	технологических, экологических и социальных параметров качества продукции и производственных процессов
Повышенный	Полные и системные знания по теории и методологии постановки активного и пассивного эксперимента	Корректное использование знаний в области современных методов статистического анализа данных	Корректное применение методов оценки и измерения технических, технологических, экологических и социальных параметров качества продукции и производственных процессов
ПК-2 - Умение разрабатывать и применять методы квалиметрической оценки сложных объектов			
Пороговый	Фрагментарные знания методологии оценки качества	Фрагментарное использование знаний в области многомерного шкалирования и методов оценки взаимодействия факторов качества	Фрагментарное применение методов квалиметрической оценки сложных объектов
Базовый	В целом полные, но содержащие отдельные ошибки, знания методологии оценки качества	В целом корректное, но содержащие отдельные ошибки, использование знаний в области многомерного шкалирования и методов оценки взаимодействия факторов качества	В целом корректное, но содержащие отдельные ошибки, применение методов квалиметрической оценки сложных объектов
Повышенный	Полные и системные знания методологии оценки качества	Корректное использование знаний в области многомерного шкалирования и методов оценки взаимодействия факторов качества	Корректное применение методов квалиметрической оценки сложных объектов

## 5. Структура и содержание дисциплины «Методы постановки активного и пассивного эксперимента»

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Год обучения	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям), Формы промежуточной аттестации (по итогам освоения дисциплины)
				Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1.	Основы теории эксперимента	4		2		4	10	
2.	Статистический анализ результатов экспериментов	4		4	8		12	
3.	Факторный эксперимент (полный и дробный).	4		4	4	4	8	Защита индивидуального проекта
4.	Типовые задачи оптимизации в управлении качеством продукции	4		4	2	6	16	
5.	Композиционные планы Бокса-Уилсона	4		4	4	4	8	Защита группового проекта
	Всего			18	18	18	54	Зачет

### 5.2. Структура дисциплины

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	4 курс	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	54	54
<i>Лекции (Л)</i>	18	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18	18
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	18	18
<b>Самостоятельная работа:</b>	54	54
Расчетно-графическое задание	20	20
Самостоятельное изучение разделов	14	14
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	20	20
<b>Вид итогового контроля - зачет</b>		

### 5.3. Разделы дисциплины, изучаемые в семестрах 4 курс

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы теории эксперимента	16	2	4	-	10

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоя-тельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2	Статистический анализ результатов экспериментов	24	4	-	8	12
3	Факторный эксперимент (полный и дробный).	20	4	4	4	8
4	Типовые задачи оптимизации в управлении качеством продукции	28	4	6	2	16
5	Композиционные планы Бокса-Уилсона	20	4	4	4	8
	<b>Зачет</b>					
	<i>Всего:</i>	108	18	18	18	54

#### 5.4. Лекционные занятия

№	Тема	Час
1	Классификация экспериментов. Примеры активных и пассивных, управляемых и неуправляемых, качественных и количественных экспериментов. Лабораторный и промышленный эксперимент. План эксперимента.	2
2	Проверка однородности результатов измерений. Оценка случайной и суммарной ошибки косвенных измерений. Проверка статистических гипотез. Статистические критерии.	2
3	Корреляционно-регрессионный пространственно-распределенных данных анализ. Кластерный анализ. Факторный анализ. Дискриминантный анализ.	2
4	Планирование эксперимента при дисперсионном анализе. Планирование экстремальных экспериментов. Полный факторный эксперимент 2x2: матрица планирования, вычисление коэффициентов уравнения регрессии.	2
5	Матрица планирования полного факторного эксперимента 2x3. Дробный факторный эксперимент. Планы эксперимента 2xK	2
6	Виды параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Задачи с несколькими выходными параметрами. Содержание проблемы применения методов оптимизации решений в управлении качеством продукции. Терминология в области методов оптимизации многовариантных решений	2
7	Задачи оптимизации номенклатуры разрабатываемых (изготавливаемых, эксплуатируемых) изделий, их составных частей, комплектующих изделий и материалов. Задачи оптимизации уровня стандартизации и унификации изделия. Задачи оптимизации состава планируемых работ по стандартизации и унификации. Задачи оптимизации состава требований в стандартах.	2
8	Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика.	2
9	Описание функции отклика в области, близкой к экстремуму. Композиционные планы Бокса – Уилсона. Метод последовательного симплекс-планирования.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>

### 5.5. Практические занятия

Практические занятия		
1	Разработка методики постановки качественного и количество эксперимента по теме диссертационного исследования	4
2	Разработка методики постановки полного факторного и дробного факторного эксперимента по теме диссертационного исследования	4
3	Решение задач оптимизации номенклатуры разрабатываемых (изготавливаемых, эксплуатируемых) изделий, их составных частей, комплектующих изделий и материалов	2
4	Решение задач оптимизации уровня стандартизации и унификации изделия и задач оптимизации состава планируемых работ по стандартизации и унификации.	2
5	Решение задачи оптимизации состава требований в стандартах и задач оптимизации срока действия стандарта (сроков пересмотра стандартов).	2
6	Составление композиционного плана Бокса – Уилсона для эксперимента по теме диссертационного исследования	2
7	Решение задач методом последовательного симплекс-планирования.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>

### 5.6. Лабораторные работы

Лабораторные работы		
1	Проверка результатов измерений на однородность. Обработка результатов измерений методом корреляционно-регрессионного анализа. Построение регрессионных моделей и проверка их на статистическую значимость	4
2	Обработка результатов эксперимента методами факторного и дискриминантного анализа. Подготовка отчета о результатах статистического анализа.	4
3	Обработка результатов факторного эксперимента методом дисперсионного анализа.	4
4	Обработка результатов факторного эксперимента с помощью тестов Крускала-Уоллиса.	4
5	Решение задач оптимизации в ППП Excel	2
6	Решение задач оптимизации в ППП MaxDEA	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>

### 6. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению курса «Методы постановки активного и пассивного эксперимента» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей по принципам менторства и наставничества.



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

Текущий контроль: *Защита индивидуальных и групповых исследовательских проектов.*

Итоговый контроль: *Зачет*

### Вопросы к зачету:

#### Раздел 1. Основы теории эксперимента.

Роль эксперимента в инженерной практике. Классификации экспериментальных исследований. Принципиальные отличия активного и пассивного эксперимента. Преимущества и недостатки промышленного и лабораторного эксперимента. Функция отклика в эксперименте. Фактор, уровни фактора. План эксперимента.

#### Раздел 2. Статистический анализ результатов эксперимента.

Выборка и генеральная совокупность. Проверка выборок. Точность измерений. Статистическая гипотеза. Способы проверки статистических гипотез. Виды статистических тестов. Особенности работы с порядковыми и категориальными данными. Алгоритмы обработки статистических данных методами корреляционно-регрессионного, факторного, кластерного и дискриминантного анализа.

#### Раздел 3. Факторный эксперимент.

Математическая модель однофакторного дисперсионного анализа. Математическая модель многофакторного дисперсионного анализа. Модели дисперсионного анализа первого и второго рода. План полного и дробного факторного эксперимента. Статистическая значимость результатов факторного эксперимента.

#### Раздел 4. Типовые задачи оптимизации в управлении качеством продукции

Содержание проблемы применения методов оптимизации решений в управлении качеством продукции. Терминология в области методов оптимизации многовариантных решений. Виды документов, в которых реализуются результаты оптимизации решений в управлении качеством, стандартизации и унификации изделий машиностроения. Типовые задачи оптимизации решений в управлении качеством продукции.

#### Раздел 5. Композиционные планы Бокса-Уилсона.

Полиномиальные способы описания функции отклика эксперимента. Эффекты парного взаимодействия и квадратичные эффекты. Определение минимального количества необходимых опытов. Методы сокращения количества опытов в эксперименте. Ортогональные планы второго порядка. Выбор звездного плеча.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 8.1 Основная литература

#### 8.1.1. Печатные издания основной литературы:

1. А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. Методы математической статистики в аналитической химии: учебное пособие для студентов вузов / Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. - 347 с.
2. Ратнер С.В. Непараметрические методы статистического анализа данных в задачах управления качеством/ Краснодар, 2015. Изд-во КубГУ, 114 с.
3. А. А. Халафян. Статистический анализ данных. STATISTICA 6 / 3-е изд. - М.: БИНОМ-Пресс, 2010. - 522 с.
3. Ратнер С.В., Киселева Н.В. Программные статистические комплексы в менеджмен-

те качества. Учебное пособие: Краснодар, Кубанский госуниверситет, 2012. – 234 с.

4. Халафян А.А. Статистический анализ данных. М.: ООО «Бином-Пресс», 2008. – 512 с.
5. Эконометрика /под ред. И. И. Елисеевой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2008. - 575 с.
6. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения

### **8.1.2. Электронные издания основной литературы:**

1. Эванс, Джеймс Р. Управление качеством [Электронный ресурс] / 4-е изд. М.: [ЮНИТИ-ДАНА], 2007. 637 с.
2. А. В. Квитко. Управление качеством [Электронный ресурс] / М. : Автономная некоммерческая организация высшего проф. образования "Евразийский открытый ин-т" (ЕАОИ) , 2006. - 1 электрон. опт. диск
3. Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. Управление качеством [Электронный ресурс] /М.: ИНФРА-М : Термика , 2004. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : 212 с.
4. Л. И. Трошин, В. А. Балаш. Статистический анализ нечисловой информации [Электронный ресурс] / М. : Автономная некоммерческая организация высшего проф. образования "Евразийский открытый ин-т" (ЕАОИ) , 2006.
5. <http://www.statlab.kubsu.ru/node/17>
6. <http://www.slideshare.net/Ekaterina85/ss-47199724>

## **8.2 Дополнительная литература**

### **8.2.1 Печатные издания дополнительной литературы:**

1. Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 279 с.
2. В. П. Носко ; В. П. Носко. Эконометрика: элементарные методы и введение в регрессионный анализ временных рядов / М.: [ИЭПП], 2004. - 499 с.
3. А. И. Орлов. Эконометрика: учебное пособие для вузов /М. : Экзамен, 2002. - 575 с.

### **8.2.2 Электронные издания дополнительной литературы:**

1. Азаров В.Н., Майборода В.П. Всеобщее управление качеством/ Изд-во «Лань»
2. Радкевич Я.М.Метрология, стандартизация и сертификация / Изд-во «Лань»
3. Ефимов В.В., Барт Т.В. Статистические методы в управлении качеством продукции/ Изд-во «Лань»
4. Клячкин В.Н.Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии / Изд-во «Лань»

### **8.2.3 Интернет-ресурсы**

1. Портал «Аналитическая химия в России» <http://www.wssanalytchem.org>
2. Портал химиков-аналитиков: аналитическая химия и метрология [www.anchem.ru](http://www.anchem.ru)
3. Российское хемометрическое общество <http://rscs.chph.ras.ru>
4. [www.scopus.com](http://www.scopus.com),
5. [www.scirus.com](http://www.scirus.com)
6. <https://e.lanbook.com>
7. [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com)
8. <http://webofscience.com/>
9. <http://www.elibrary.ru/>
10. <http://cyberleninka.ru/>
11. <https://link.springer.com/>

12. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, [www.gost.ru](http://www.gost.ru); база нормативных документов;
13. ВНИИКИ, сайт: [www.standards.ru](http://www.standards.ru); база АИСД «Государственный реестр типов средств измерений, допущенных к обращению в РФ»;
14. [www.1gost.ru](http://www.1gost.ru); база методик выполнения измерений

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий по дисциплине, предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- компьютерные классы, оборудованные персональными компьютерами с установленным программным обеспечением для статистического анализа данных (ППП STATISTICA, ППП MAXDEA);
- аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.