

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. И. Раззакова



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Современные технологии обработки и планирования экспериментов»

для докторантов PhD

№	Наименование	очная форма обучения
1	Семестр	1
2	Всего по курсу	5 кредитов
3	Лекций	16 часа
4	Практических занятий	32 часов
5	Всего аудиторных часов	48 часов
6	Самостоятельная работа	102 часа
7	Общая трудоемкость	150 часов
8	Форма отчетности	зачет

Рабочая программа составлена: д.ф.-м.н., проф. Салиевым А.Б.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ПОКС

Протокол № 1 от «10» сентября 2021 г.

Зав. кафедрой ПОКС [Signature] д.ф.-м.н., проф. Салиев А.Б.

Одобрено учебно-методической комиссией ФИТ

Протокол № 9 от «21» мая 2021 г.

Председатель метод. комиссии ФИТ, к.т.н., проф. [Signature] Мусина И.Р.

Бишкек - 2021

## Цель курса

Учебная дисциплина «Современные технологии обработки и планирования экспериментов» призвана дать докторантам знания в области планирования, организации и обработки результатов научного и инженерного эксперимента, и сформировать навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований. Изучением дисциплины достигается усвоение методов получения информации в ходе эксперимента и обработки экспериментальных данных, формирование творческого мышления и представлений о современных вычислительных пакетах обработки и анализа данных.

Освоение курса должно стимулировать докторантов к постоянному совершенствованию и использованию информационных технологий для достижению высоких результатов в науке и практической деятельности.

## Задачи дисциплины

Формирование знаний в вопросах теории и практики экспериментального проектирования, основ теории оптимального проектирования, критериях оптимальности; вопросы применения ССА (системы статистического анализа), практика применения ССА; классические, байесовский и нелинейных модели и т. д.

В результате освоения дисциплины «Современные технологии обработки и планирования экспериментов» докторант должен:

**Знать** основные методы экспериментального проектирования, возможности и функции приложения ССА, критерии оптимальности, методы и стратегии оптимального экспериментального проектирования,

**Уметь** применять знания и понимания основ и стратегии оптимального проектирования и пакета ССА при выборе критерия, интерпретации и анализе чувствительности результатов оптимального проектирования,

**Владеть** навыками применения методов и рекомендаций оптимального экспериментального проектирования в прогнозировании, компьютерных экспериментах и др. задачах, как в стандартных, так и нестандартных ситуациях, когда классические проектирование не имеют решения, или наоборот.

## Структура дисциплины

№	Темы лекций и содержание практических занятий	лк	лб	ср	Всего
<b>1 модуль</b>					
1	Классификация экспериментов. Планирование эксперимента и его задачи. Основные этапы проведения.	2	4	12	18
2	Измерение физических величин. Методы измерений.	1	2	5	8
3	Элементы исследования операций. Методы и задачи линейного программирования (ЛП): оптимизация ресурсов, составление пищевого рациона, загрузки оборудования и др.	5	10	33	48
<b>Итого часов по 1 модулю</b>		<b>8</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>74</b>

<b>2 модуль</b>					
4	Основы статистического анализа и оценки надежности экспериментальных данных	2	3	12	17
5	Методы корреляционного и регрессионного анализов	2	3	10	15
6	Вычислительные пакеты обработки и анализа данных	2	6	16	24
7	Многофакторный эксперимент; методы планирования эксперимента	2	4	14	20
<b>Итого часов по 2 модулю</b>		<b>8</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>76</b>
<b>Итого часов за 1 семестр</b>		<b>16</b>	<b>32</b>	<b>102</b>	<b>150</b>

<b>Самостоятельная работа</b>				
№	Темы занятий	Кол-во часов	Кол-во баллов	Литература
1	Выполнение самостоятельных заданий по планированию вычислительных экспериментальных работ. Отчет по контрольным вопросам к лабораторной работе 1.	12	1	[1]- [2], [4], [5-7]
2	1). Отчет- конспект по контрольным вопросам лабораторной работы 2. 2). Реализации математических методов оценки погрешности и обработки не точных числовых данных измеряемых/экспериментальных величин.	12	2	[3], [5-7]
3	1). Отчет- конспект по контрольным вопросам лабораторных работ по применению методов ЛП для решения задач оптимизации в профильной области.	8	1	[3], [4], [5-7]
4	1). По результатам лабораторных работ статистической оценки параметров распределения случайной величины провести доверительную оценку истинного значения измеряемой величины. Проверить гипотезу нормальности распределения. 2). Отчет- конспект по работе и контрольным вопросам лабораторных работ.	16	1	[3] [4] [5]
5	1). Самостоятельное решение задач корреляционно-регрессионного анализа. Статистическое изучение корреляционной связи. Применение метода наименьших квадратов определения коэффициентов регрессии. 2). Отчет- конспект по заданию и контрольным вопросам лабораторной работы.	24	2	[3], [4], [5]

6	1). Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости. Проверка адекватности модели. Дробный факторный эксперимент. Планирование дробных факторных экспериментов. 2) Отчет- конспект по заданию и контрольным вопросам лабораторной работы.	24	2	Открытые системы [Интернет-ресурсы]
7	1). Компьютерные методы планирования и обработки результатов эксперимента. Изучение среды и возможностей систем SAS, STATISTICA, SPSS. Подготовка отчета – презентации по современным статистическим вычислительным пакетам.	6	1	Открытые системы [Интернет-ресурсы]
<b>Всего</b>		<b>102</b>	<b>10</b>	

### 5. Требования об академической успеваемости

Успеваемость изучения дисциплины по системе кредитной технологии оценивается суммой набранных баллов из 100 возможных

1- 60б «незачет»

61- 100б «зачет»

### 6. Критерии при оценивании дисциплины:

- логика, мышления;
- анализ принятия решений;
- оценка посещаемости;
- мотивация;
- психологический фактор;
- вид контроля (письменно, устно)

#### 6.1 Критерии оценивания сдачи самостоятельной работы

Для успешного освоения курса магистранты должны сдать рефераты о выполнении самостоятельной работы.

#### 6.2 Общие компетенции:

- навыки аналитического мышления;
- коммуникативность;
- лидерство;
- ответственность.

Оценивание – это решение стандартных задач, ситуационные задачи, исследовательская часть и анализ полученных результатов

## 7. Литература, рекомендуемая для самостоятельного изучения Литература на русском языке

1. Андронов, С.А. (2001). Методы оптимального проектирования: Текст лекций. -СПб.: СПбГУАП. <http://window.edu.ru/resource/677/44677/files/2001-0109-0-01.pdf>
2. Муртазин, Ф.Р. (2010). Оптимальное планирование экспериментов Учебно-методическое пособие к выполнению домашнего задания по дисциплине «Моделирование в химической технологии и расчёт реакторов». -Уфа: УГНТУ.
3. Борздова, Т. В. (2011). Основы статистического анализа и обработка данных с применением Microsoft Excel. Уч.пособие. -Минск: ГИУСТ БГУ <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/93367/1/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82.%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7.pdf>
4. Таха Хемди А. Введение в исследование операций. 7-е издание. М.: Вильямс, 2005. 912 с. <https://avidreaders.ru/book/vvedenie-v-issledovanie-operaciy-1.html>  
(10-е издание - <https://www.twirpx.com/file/2553210/>).

### Рекомендуемая литература международных авторов

1. Atkinson, A. C., Donev, A. N., Tobias, R. D. (2007). Optimum Experimental Designs with SAS. -Oxford: Oxford University Press

### Справочная литература (более углубленная специализированная научная литература)

- 1. Friedrich, Pukelsheim. (1993). Optimal Design of Experiments Classic ed. p.cm. (Classics in Applied Mathematics). -New York: J. Wiley&Sons, Inc.

### Перечень вопросов теоретического модуля 1

1. Что такое эксперимент? Какова его роль в 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?
7. Основные цели и типы задач исследования операций.
8. Математическая модель оптимизационных задач линейного программирования

9. Графический метод решения задач ЛП
10. Графический анализ чувствительности оптимального решения.
11. Стандартная форма задач ЛП, базисные и не базисные переменные.
12. Геометрическая интерпретация алгоритма симплекс метода.
13. Особые случаи симплекс метода
14. Двойственная задача ЛП
15. Анализ чувствительности оптимального решения
16. В чем заключаются причины неадекватности математической модели?  
Как производится оценка адекватности?
17. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?

### Перечень вопросов теоретического модуля 2

18. Случайная величина. Числовые характеристики распределений случайных величин.
19. Параметры и свойства нормального закона распределения.
20. Генеральная совокупность и выборка; задачи предварительной статистической обработки экспериментальных данных.
21. Точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины.
22. Оценка параметров с помощью доверительного интервала; построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии.
23. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
24. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
25. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?
26. Что такое критерий согласия. Использование критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных.
27. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
28. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
29. Как оценивается адекватность статистической модели?
30. Что называется частным и множественным коэффициентом корреляции?
31. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции?
32. Каким образом производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии?
33. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии?
34. Погрешность определения величин функций; виды погрешностей и их оценка
35. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей?
36. Что понимают под выражением «наивыгоднейшие условия проведения эксперимента»?

9. Графический метод решения задач ЛП
10. Графический анализ чувствительности оптимального решения.
11. Стандартная форма задач ЛП, базисные и не базисные переменные.
12. Геометрическая интерпретация алгоритма симплекс метода.
13. Особые случаи симплекс метода
14. Двойственная задача ЛП
15. Анализ чувствительности оптимального решения
16. В чем заключаются причины неадекватности математической модели?  
Как производится оценка адекватности?
17. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?

### **Перечень вопросов теоретического модуля 2**

18. Случайная величина. Числовые характеристики распределений случайных величин.
19. Параметры и свойства нормального закона распределения.
20. Генеральная совокупность и выборка; задачи предварительной статистической обработки экспериментальных данных.
21. Точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины.
22. Оценка параметров с помощью доверительного интервала; построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии.
23. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
24. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
25. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?
26. Что такое критерий согласия. Использование критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных.
27. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
28. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
29. Как оценивается адекватность статистической модели?
30. Что называется частным и множественным коэффициентом корреляции?
31. Какими свойствами обладают коэффициенты корреляции?
32. Каким образом производится проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии?
33. В чем заключается постановка задачи линейной множественной регрессии?
34. Погрешность определения величин функций; виды погрешностей и их оценка
35. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей?
36. Что понимают под выражением «наивыгоднейшие условия проведения эксперимента»?

37. Какова основная идея математического решения задачи поиска наивыгоднейших условий проведения эксперимента?
38. Из каких этапов состоит последовательность проведения активного эксперимента?
39. С какой целью используют теорию планирования эксперимента?
40. Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?
41. В чем заключается основная идея ДФЭ?
42. На чем основан метод покоординатной оптимизации?
43. Какие преимущества дает экспериментатору использование средств вычислительной техники?
44. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel?
45. Как организовано взаимодействие пользователя с пакетом SAS/Statistica? Какие основные модули он в себя включает?
46. Как определить коэффициенты уравнения регрессии, используя пакет SAS/Statistica?