

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор

  
Хажуров Т.А.

подпись

« 29 » мая 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.11 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) Вычислительная математика

Форма обучения очная

Квалификация  
(степень) выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 Математическая теория оптимального эксперимента составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

Д.Г. Сокол, канд.физ.-мат.наук, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Гайденко С.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук

протокол № 2 « 30 » апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой прикладной математики Кубанского государственного университета доктор физико-математических наук профессор Уртенев М.Х.

Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем КубГАУ Луценко Е.В.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Изложить основные понятия теории планирования эксперимента и методы оптимального планирования экспериментов для построения математических моделей первого и второго порядка.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов теоретических знаний о математических методах планирования экспериментов.
2. Формирование у студентов практических навыков в применении математических методов планирования экспериментов.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическая теория оптимального эксперимента» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана и является дисциплиной по выбору.

Для успешного изучения этой дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения курса теории вероятностей и математической статистики.

### 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 профессиональных компетенций: ПК–1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК–1	Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	Математические основы статистического анализа данных.	Использовать теоретические основы прикладной статистики для решения конкретных статистических задач.	Методами современной прикладной статистики, а также статистическими пакетами для решения задач, возникающих в практических областях.

## 2. Структура и содержание дисциплины

## 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		1				
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>64,3</b>	<b>64,3</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>				
Занятия лекционного типа	32	32	-	-	-	
Лабораторные занятия	32	32	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>	-	-	-	-	-	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	-	-	-	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>53</b>	<b>53</b>				
Курсовая работа	-	-	-	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала	40	40	-	-	-	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-	-	-	-	-	
Реферат	-	-	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	13	13	-	-	-	
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену	26,7					
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>64,3</b>	<b>64,3</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 дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7

1.	Основные понятия математической теории оптимального эксперимента	44	12	–	12	20
2.	Центральные композиционные планы.	29	8	–	8	13
3.	Планирование эксперимента при изучении диаграмм «состав-свойство».	44	12	–	12	20
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		117	32	–	32	53
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю					
	Подготовка к экзамену	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, 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.	Основные понятия математической теории оптимального эксперимента	Полный факторный эксперимент. Ортогональное планирование эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Линейные планы. Критерии оптимальности планов. Постановка задачи оптимизации. Стратегия поиска. Градиентный метод	Устный опрос
2.	Центральные композиционные планы.	Планы второго порядка. Ортогональные центральные композиционные планы второго порядка. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка. Проверка адекватности модели.	Устный опрос
3.	Планирование эксперимента при изучении диаграмм «состав-свойство».	Метод симплексных решеток. Планирование эксперимента при исследовании локальных участков диаграмм. Планирование эксперимента при изучении зависимости свойств от соотношений компонентов.	Устный опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия – не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Полный факторный эксперимент (построение матрицы планирования). Ортогональное планирование эксперимента (построение матрицы планирования). Дробный факторный эксперимент (построение матрицы планирования).	Проверка практического задания
2.	Линейные планы эксперимента. Выбор критерия оптимальности плана эксперимента.	Проверка практического задания
3.	Постановка задачи оптимизации. Стратегия поиска. Выбор градиентного метода	Проверка практического задания
4.	Построение ортогонального центрального композиционного плана второго порядка. расчет коэффициентов полинома.	Проверка практического задания
5.	Построение ротатабельного центрального композиционного плана второго порядка, расчет коэффициентов квадратичного полинома.	Проверка практического задания
6.	Построение симплекс-решетчатого плана (Шеффе), расчет коэффициентов полинома Шеффе.	Проверка практического задания
7.	Планирование эксперимента при исследовании локальных участков диаграмм.	Проверка практического задания
8.	Планирование эксперимента при изучении зависимости свойств от соотношений компонентов.	Проверка практического задания

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

2.	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.
3.	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

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 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

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	Лабораторные занятия	Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Полный факторный эксперимент. Ортогональное планирование эксперимента. Дробный факторный эксперимент»	2
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Линейные планы. Критерии оптимальности планов»	2
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Постановка задачи оптимизации. Стратегия поиска. Градиентный метод»	2
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Планы второго порядка. Ортогональные центральные композиционные планы второго порядка.»	2
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка. Проверка адекватности	2

		модели»	
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Метод симплексных решеток.»	2
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Планирование эксперимента при исследовании локальных участков диаграмм»	2
		Дискуссия и компьютерная симуляция на тему: «Планирование эксперимента при изучении зависимости свойств от соотношений компонентов»	2
<i>Итого:</i>			16

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

#### **4. Оценочные и методические материалы**

##### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

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 зачете;

– 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**



№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции  (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основные понятия математической теории оптимального эксперимента	ПК-1	Вопросы для устного опроса по разделу.	Вопрос на зачете 1–8.
2	Центральные композиционные планы.	ПК-1	Вопросы для устного опроса по разделу.	Вопрос на зачете 9–14.
3	Планирование эксперимента при изучении диаграмм «состав-свойство».	ПК-1	Вопросы для устного опроса по разделу	Вопрос на зачете 15–20.

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенции	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ПК–1 Способен	<b>З:</b> основные определения и формулы	<b>З:</b> основные определения и формулы курса,	<b>З:</b> основные определения и формулы курса,

демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	математической теории оптимального эксперимента	формулировки основных утверждений математической теории оптимального эксперимента	формулировки основных утверждений математической теории оптимального эксперимента
	<b>У:</b> решать задачи репродуктивного уровня;	<b>У:</b> решать задачи репродуктивного и реконструктивного уровней	<b>У:</b> решать задачи репродуктивного, реконструктивного и вариативного уровней
	<b>В:</b> навыками решения некоторых практических задач математической теории оптимального эксперимента	<b>В:</b> навыками решения основных практических задач математической теории оптимального эксперимента, навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы и обсуждения освоенного материала	<b>В:</b> навыками решения практических задач математической теории оптимального эксперимента с видоизмененным условием; навыками критического анализа учебной информации

### Примеры заданий текущего контроля

1. Построить план дробного факторного эксперимента и по заданным экспериментальным данным вычислить коэффициенты уравнения регрессии.
2. Построить ортогональный центральный композиционный второго порядка и по заданным экспериментальным данным вычислить коэффициенты уравнения регрессии.
3. Построить симплекс-решетчатый план третьего порядка для трехкомпонентной смеси и по экспериментальным данным вычислить коэффициенты уравнения регрессии.

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Полный факторный эксперимент.
2. Ортогональное планирование эксперимента.
3. Дробный факторный эксперимент.
4. Линейные планы.
5. Критерии оптимальности планов.
6. Постановка задачи оптимизации.
7. Стратегия поиска.
8. Градиентный метод.
9. Планы второго порядка.
10. Ортогональные центральные композиционные планы второго порядка.
11. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка.
12. Проверка адекватности модели.
13. Метод симплексных решеток.
14. Планирование эксперимента при исследовании локальных участков диаграмм.
15. Планирование эксперимента при изучении зависимости свойств от соотношений компонентов.

#### **4.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для выполнения домашнего практического задания необходимо разобрать материал по соответствующей теме практического занятия. При этом используются указания, данные преподавателем в ходе занятия, а также теоретический материал, в краткой форме имеющийся в учебных пособиях 1 – 3 из списка основной литературы. Если студент не смог понять приведенный в указанных источниках разбор типовых примеров в той степени, чтобы самостоятельно использовать предложенный алгоритм для решения задания, то он может получить консультацию преподавателя.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

##### **5.1 Основная литература:**

1. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Сидняев Н. И. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 495 с. - <https://biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B>

2. Попов, А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем : монография / А. А. Попов. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 296 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436033>.

3. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели: учеб. Пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с <https://e.lanbook.com/book/65949>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 236 с. <https://e.lanbook.com/book/92623>.

2. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Учебное пособие для вузов : учеб. пособие — Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. — 288 с. <https://e.lanbook.com/book/11828>

3. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие / Э. А. Вуколов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Форум, 2010. - 463 с. ISBN 9785911342319

### **5.3. Периодические издания:**

Периодические издания — не предусмотрены.

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

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к лабораторным занятиям и зачету. Эти виды самостоятельной работы студентов контролируется в ходе проверки домашних заданий и зачета.

### **Виды самостоятельной работы**

Обязательными при изучении дисциплины «Математическая теория оптимального эксперимента» являются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельное решение задач по темам практических занятий;
- подготовка к зачету.

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

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

– Проверка практических заданий и консультирование посредством электронной почты.

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

Список лицензионного программного обеспечения:

1. Список лицензионного программного обеспечения:
  1. Microsoft Windows 10
  2. Microsoft Office PowerPoint Professional Plus.

### 3. Microsoft Excel

## 7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

## 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета