

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Дисперсионный анализ и его приложения Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Методы прикладной математической статистики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Симушкин С.В.

**Рецензент(ы):**

Володин И.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 982316

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Симушкин С.В. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики ,  
Sergey.Simushkin@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

изучить методы обработки статистических данных, зависящих от ряда контролируемых факторов, возникающих при анализе физических, экономических, медицинских процессов естествознания;

ознакомить с основными принципами проведения статистических экспериментов;

научить решать практические задачи с использованием методов дисперсионного анализа;

дать представление о математических (теоретико-вероятностных) основаниях построения процедур проверки многомерных гипотез и оценивания многомерных характеристик

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Курс "Дисперсионный анализ и его приложения" входит в число курсов по выбору профессионального цикла подготовки магистров.

В результате освоения предшествующих дисциплин студент должен:

знать:

- основные понятия и методы линейной алгебры (решение систем линейных уравнений, обращение матриц, приведение квадратичных форм к главным осям, формирование базиса линейных пространств);

- основные способы решения оптимизационных задач (метод Лагранжа), основные интегральные соотношения (интегралы Эйлера, Дирихле, Лапласа);

- основные вероятностные законы (нормальный, Фишера, хи-квадрат), метод характеристических функций и дельта-метод отыскания асимптотического распределения;

- принципы формирования статистических гипотез и их основных вероятностных характеристик (ошибки 1-го и 2-го рода, мощность критерия, среднеквадратическая ошибка, распределение статистик, асимптотическое распределение);

уметь:

- производить алгебраические операции над матрицами и векторами;

- решать линейные уравнения в матричной форме;

- решать задачи на экстремум функций многих переменных;

- использовать разложение в ряд Тейлора функцию многих переменных;

- использовать основные алгебраические и тригонометрические тождества для преобразования алгебраических выражений;

- находить распределение статистик и их основные характеристики (среднее значение, ковариация, корреляция);

владеть:

- навыками использования математических справочников и таблиц;

- приемами работы в основных пакетах прикладных программ ("Excel", "Mathematica").

Дисциплина изучается на 1 курсе обучения.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-3 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность организовывать процессы корпоративного обучения на основе технологий и развития корпоративных баз знаний
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов

В результате освоения дисциплины студент:

По окончании курса студент должен уметь

- ориентироваться в методах дисперсионного анализа статистических данных;
- применять методы дисперсионного анализа к реальным данным;
- объяснять полученные результаты.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Модели дисперсионного анализа и методы планирования экспериментов	1	1-4	8	0	0	реферат
2.	Тема 2. Методы оценивания параметров модели при наличии и отсутствии априорных сведений	1	5-7	6	0	0	реферат
3.	Тема 3. Оптимальное планирование эксперимента	1	8-11	8	0	0	отчет
4.	Тема 4. Непараметрические методы; методы сравнения свободные от распределения	1	12-14	6	0	0	реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			28	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Модели дисперсионного анализа и методы планирования экспериментов

###### *лекционное занятие (8 часа(ов)):*

Линейные регрессионные модели; нелинейные регрессионные модели. Метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия. Распределение оценок метода наименьших квадратов. Методы анализа асимптотического распределения оценок. Критерии сравнения планов.

##### Тема 2. Методы оценивания параметров модели при наличии и отсутствии априорных сведений

###### *лекционное занятие (6 часа(ов)):*

Линейная и экспоненциальная регрессионные модели. Последовательное планирование экспериментов. Байесовская парадигма. Пересчет вероятности после наблюдения при наличии априорной информации. Оптимальные планы дисперсионного анализа в байесовском подходе.

##### Тема 3. Оптимальное планирование эксперимента

###### *лекционное занятие (8 часа(ов)):*

Информационная матрица и ее свойства. Линейные критерии оптимальности. Критерии минимаксного типа. Теорема Кифера-Волфовица. Оптимальные планы. Методы поиска глобального и локального экстремумов.

##### Тема 4. Непараметрические методы; методы сравнения свободные от распределения

### лекционное занятие (6 часа(ов)):

Ранги и их теоретико-вероятностные свойства. Применение ранговых статистик для задач сравнения групп наблюдений. Преимущества и недостатки ранговых методов. Ранговый дисперсионный анализ со случайными эффектами.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Модели дисперсионного анализа и методы планирования экспериментов	1	1-4	подготовка к реферату	16	реферат
2.	Тема 2. Методы оценивания параметров модели при наличии и отсутствии априорных сведений	1	5-7	подготовка к реферату	14	реферат
3.	Тема 3. Оптимальное планирование эксперимента	1	8-11	подготовка к отчету	16	отчет
4.	Тема 4. Непараметрические методы; методы сравнения свободные от распределения	1	12-14	подготовка к реферату	16	реферат
	Итого				62	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины "Теория вероятностей и математическая статистика" на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы.

Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Модели дисперсионного анализа и методы планирования экспериментов**

реферат , примерные темы:

Представить краткий обзор (можно в электронном виде) литературных источников по изучаемым методам дисперсионного анализа. Обзор должен содержать описание методов и примеры их применения к конкретным данным.

### **Тема 2. Методы оценивания параметров модели при наличии и отсутствии априорных сведений**

реферат , примерные темы:

Представить краткий обзор (можно в электронном виде) литературных источников по байесовским методам дисперсионного анализа. Обзор должен содержать описание методов и примеры их применения к конкретным данным.

### **Тема 3. Оптимальное планирование эксперимента**

отчет , примерные вопросы:

Представить краткий обзор (можно в электронном виде) литературных источников по изучаемым методам дисперсионного анализа. Обзор должен содержать описание методов и примеры их применения к конкретным данным.

### **Тема 4. Непараметрические методы; методы сравнения свободные от распределения**

реферат , примерные темы:

Представить краткий обзор (можно в электронном виде) литературных источников по изучаемым методам дисперсионного анализа. Обзор должен содержать описание методов и примеры их применения к конкретным данным.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

1. Решение задачи построения ОМНК
2. Существование ОМНК
3. Единственность ОМНК
4. Гаусса-Маркова
5. О пространстве оценок
6. Несмещенная оценка групповой дисперсии
7. Распределение оценок и ошибок
8. Доверительное множество ПФДО
9. Проверка гипотезы с помощью доверительного множества
10. Распределение статистики Фишера
11. Мощность критерия Фишера
12. Сила критерия Фишера
13. Распределение оценок в однофакторном ДА
14. Разбиение полной суммы квадратов однофакторном ДА
15. Метод Шеффе построения доверительных множеств
16. Представление суммы квадратов расхождений через ОМНК эффектов
17. Теорема Кочрана
18. Разбиение полной суммы квадратов многофакторного ДА
19. Дисперсия наблюдений 1-факторного ДА в модели II
20. Внутриклассовая корреляция
21. Оценки компонент дисперсии в модели II 1-факторного ДА



22. Дисперсия оценок компонент дисперсии в модели II 1-факторного ДА, состоятельность оценок дисперсии
23. Распределение сумм квадратов ошибок в модели II 2-факторного ДА
24. Оценки компонент дисперсии в модели II 2-факторного ДА
25. Необходимое условие невырожденности плана эксперимента
26. Теорема Кифера-Волфовица

### 7.1. Основная литература:

1. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. - СПб.: "Лань", 2011. - 256с.  
ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2026](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026)
2. Плотников А.Н. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов.- СПб.: "Лань", 2015. - 224 с.  
ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65051](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65051)
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: "Лань", 2012. - 480 с.  
ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3184](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184)
4. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций.- СПб.: "Лань", 2011. - 464с  
ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=656](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=656)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Боровков А.А. Математическая статистика.- СПб.: Лань, 2010. - 704 с.  
ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3810](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3810)
2. Ширяев А.Н., Эрлих И.Г., Яськов П.А. Вероятность в теоремах и задачах (с доказательствами и решениями). Книга 1. - М.: МЦНМО, 2013. - 648 с.  
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56417/>
3. Булинский А.В., Ширяев А.Н. Теория случайных процессов. - М.:Физматлит, 2005. - 400 с.  
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/59319/>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- MachineLearning - <http://www.machinelearning.ru/>  
StatPlus - [http://www.statplus.net.ua/ru/help/source/a\\_anova\\_single.htm](http://www.statplus.net.ua/ru/help/source/a_anova_single.htm)  
StatSoft - электронный учебник по Statistica -  
<http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stanman.html>  
Анализ экономических данных с использованием Statistica 6,0 -  
[http://cdo.bseu.by/stat1/lab2\\_1.htm](http://cdo.bseu.by/stat1/lab2_1.htm)  
Федеральный образовательный портал - <http://ecsocman.hse.ru/>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дисперсионный анализ и его приложения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Теоретическая часть лекционного материала представляется с помощью презентаций в формате PowerPoint или PDF, для чего используются аудитории учебной доской и мелом или с мультимедийным проектором; численная реализация изучаемых методов осуществляется с помощью пакетов программ "Excel" и "Mathematica" в компьютерных классах с соответствующим программным обеспечением и возможностью выхода в Интернет

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Методы прикладной математической статистики .

Автор(ы):

Симушкин С.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Володин И.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.