

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

---

**Кафедра аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов**

М.С. Кубланов

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по изучению дисциплины**

*для студентов III курса  
специальности 130300 и направления 552000  
дневного обучения*

Москва - 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
3. СТРУКТУРА КУРСА.....	3
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	15

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие содержит общие рекомендации по изучению дисциплины "Планирование экспериментов и обработка результатов измерений" для студентов III курса специальности 130300 и направления 552000 дневного обучения МГТУ ГА: цели и задачи дисциплины, описание структуры курса, программу дисциплины с методическими указаниями по изучению ее разделов, список рекомендуемой литературы, контрольные вопросы, а также указания к выполнению лабораторных работ и домашних заданий.

В связи с отсутствием учебников по данной дисциплине самостоятельная работа студентов по ее освоению должна проводиться с помощью предлагаемой основной литературы [1, 2], которая содержит необходимый минимум материала по дисциплине. При работе с другой литературой следует учитывать особенности применяемой терминологии и опираться на основную рекомендуемую литературу.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины "Планирование эксперимента и обработка результатов наблюдений" является формирование у студентов знаний методических основ планирования натуральных и вычислительных экспериментов и обработки их результатов для получения научно обоснованных и достоверных выводов.

Задачи изучения дисциплины (минимально необходимый комплекс знаний и умений):

– иметь представление о методах статистического анализа, об основах статистического контроля качества, о принципах и методах планирования эксперимента, о принципе динамического программирования, что необходимо для решения производственных, эксплуатационных и исследовательских задач гражданской авиации;

– знать основные понятия математической статистики, теории эксперимента;

– уметь определять необходимый объем эксперимента, составлять простейшие планы эксперимента для дисперсионного и регрессионного анализа, делать выводы по результатам статистического анализа экспериментальных данных;

– иметь опыт определения необходимого объема эксперимента, составления простейших планов эксперимента для дисперсионного и регрессионного анализа, разработки выводов по результатам статистического анализа экспериментальных данных.

## 3. СТРУКТУРА КУРСА

На дневном отделении Московского государственного технического университета гражданской авиации курс "Планирование экспериментов и обработка ре-

зультатов измерений" для специальности 130300 и направления 552000 обеспечивается в течение пятого семестра 22 лекциями, 3 домашними заданиями, 3 лабораторными работами и завершается сдачей зачета.

Лекции предназначены для первичного ознакомления с материалом в методически правильной постановке и последовательности. И хотя дисциплина насыщена математическими формулами, на лекциях следует стремиться не столько к точному их конспектированию, сколько к пониманию логических связей отдельных элементов курса, разделов, методов. Поэтому рекомендуется составлять конспект лекций на одной (правой) стороне разворота тетради, оставляя другую (левую) для последующей самостоятельной работы. В процессе самостоятельной работы с учебными пособиями и другой литературой можно восполнить пробелы конспекта, дополнить его новым материалом, а также зафиксировать свои собственные мысли. Все это позволит в дальнейшем продуктивно использовать конспект в качестве справочника.

Лабораторные работы предназначены для ознакомления с методами планирования эксперимента и обработки данных для получения достоверного результата, для изучения приемов регрессионного и дисперсионного анализа. Лабораторные работы выполняются на компьютерах с помощью специального программного обеспечения. Отчет о выполненной лабораторной работе защищается у преподавателя.

Домашние задания предназначены для приобретения навыков планирования экспериментов и обработки результатов и "иммунитета" к поверхностному, нестрогому подходу к решаемым практическим проблемам, для изучения методов построения контрольных карт, определения необходимого объема эксперимента. Они выполняются студентами самостоятельно и защищаются у преподавателя после рецензирования.

Зачет проводится после успешного выполнения всего учебного плана (после защиты всех лабораторных работ и домашних заданий) с помощью контролирующей программы на компьютерах в объеме контрольных вопросов каждого раздела программы дисциплины.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 1. Введение в теорию эксперимента

Соотношение познания и реальности. "Хорошо" и "плохо" организованные системы. Законы и закономерности. Цели научных и инженерных исследований. Необходимость отбора и обработки информации, модели и планирования эксперимента. Объект исследования. Факторы и уровни факторов.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [1] введение, [2] § 6.1.

Центральные вопросы раздела: Соотношение познания и реальности. "Хорошо" и "плохо" организованные системы. Факторы и уровни факторов.

Контрольные вопросы:

- 1.1. Почему результаты наблюдения нельзя считать истиной?
- 1.2. Особенности "хорошо организованных систем".
- 1.3. Особенности "плохо организованных систем".
- 1.4. Различие законов и закономерностей.
- 1.5. Цель научных исследований.
- 1.6. Цель инженерных исследований.
- 1.7. Факторы и уровни факторов.

## 2. Основные термины теории вероятностей

Событие. Классическое определение вероятности. Случайная величина. Закон распределения случайной величины. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства. Числовые характеристики законов распределения: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, медиана, мода, размах, ковариация, коэффициент корреляции.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.1.

Центральные вопросы раздела: Классическое определение вероятности. Закон распределения случайной величины.

Контрольные вопросы:

- 2.1. Понятие события.
- 2.2. Невозможное и достоверное событие.
- 2.3. Классическое определение вероятности.
- 2.4. Случайная величина.
- 2.5. Закон распределения случайной величины.
- 2.6. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства.
- 2.7. Понятие математического ожидания.
- 2.8. Понятие дисперсии и среднего квадратического отклонения.
- 2.9. Понятие медианы.
- 2.10. Понятие моды.
- 2.11. Понятие размаха.
- 2.12. Понятие ковариации и коэффициента корреляции.

## 3. Основные термины математической статистики

Статистическое определение вероятности. Понятие о математической статистике. Выборка и генеральная совокупность. Система обозначений. Первичная обработка информации и статистический анализ. Цель первичной обработки информации. Цель статистического анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.1.

Центральные вопросы раздела: Статистическое определение вероятности. Выборка и генеральная совокупность. Содержание первичной обработки информации и статистического анализа.

Контрольные вопросы:

- 3.1. Статистическое определение вероятности.
- 3.2. Выборка и генеральная совокупность.
- 3.3. Что входит в первичную обработку информации?
- 3.4. Что является целью первичной обработки информации?
- 3.5. Что входит в статистический анализ информации?
- 3.6. Что является целью статистического анализа информации?

#### 4. Основы отбора информации

Необходимость отбора информации. Проблемы сбора и обработки информации. Пример зависимости результата от способа отбора. Виды отбора информации. Расслоенный отбор.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.2.

Центральные вопросы раздела: Проблемы сбора и обработки информации. Виды отбора информации.

Контрольные вопросы:

- 4.1. Основные проблемы сбора и обработки информации.
- 4.2. Что такое естественный отбор?
- 4.3. Что такое искусственный отбор?
- 4.4. Что такое пристрастный отбор?
- 4.5. Что такое случайный отбор?
- 4.6. Что такое типический отбор?
- 4.7. Что такое репрезентативный отбор?
- 4.8. Что такое расслоенный отбор?

#### 5. Точечные оценки.

Обобщенное понятие точечных оценок. Метод моментов. Свойства точечных оценок. Метод наибольшего правдоподобия. Метод наименьших квадратов. Робастные оценки. Число степеней свободы.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.3.

Центральные вопросы раздела: Понятие точечных оценок. Свойства точечных оценок. Методы вычисления точечных оценок.

Контрольные вопросы:

- 5.1. Обобщенное понятие точечных оценок.
- 5.2. Что и как определяет точечная оценка?
- 5.3. Как проводится точечная оценка?

- 5.4. Какие точечные оценки необходимы для анализа случайной величины?
- 5.5. Какие характеристики случайных величин можно получить с помощью точечных оценок?
- 5.6. Что такое свойство несмещенности точечной оценки?
- 5.7. Что такое свойство состоятельности точечной оценки?
- 5.8. Что такое свойство эффективности точечной оценки?
- 5.9. Основная идея метода моментов.
- 5.10. Основной недостаток метода моментов.
- 5.11. Основное достоинство метода моментов.
- 5.12. Какое свойство точечных оценок обеспечивает метода моментов?
- 5.13. Основная идея метода наибольшего правдоподобия.
- 5.14. Основной недостаток метода наибольшего правдоподобия.
- 5.15. Что такое функция наибольшего правдоподобия?
- 5.16. Что такое робастность?
- 5.17. Что характеризует число степеней свободы?

## 6. Законы распределения

Фундаментальность нормального закона распределения. Выборочные функции. Законы распределения выборочных функций случайных величин.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.4.

Центральные вопросы раздела: Нормальный закон распределения. Понятие выборочных функций.

Контрольные вопросы:

- 6.1. В чем проявляется фундаментальность нормального закона распределения?
- 6.2. Что описывает нормальный закон распределения?
- 6.3. Что такое выборочные функции?
- 6.4. Для чего строятся выборочные функции.
- 6.5. Основная цель использования выборочных функций.

## 7. Интервальные оценки

Понятие доверительных интервалов. Общий принцип построения доверительных интервалов. Применение доверительных интервалов для оценки точности информации и необходимого ее объема.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.5.

Центральные вопросы раздела: Общий принцип построения доверительных интервалов.

Контрольные вопросы:

- 7.1. Общее понятие доверительного интервала для точечных оценок.
- 7.2. Роль выборочных функций в построении доверительных интервалов.

- 7.3. Что необходимо знать для построения доверительного интервала?  
 7.4. Как доверительный интервал определяет точность оценки?  
 7.5. Связь доверительного интервала, точности и объема информации.

## 8. Проверка статистических гипотез

Необходимость проверки гипотез в статистическом анализе. Общий принцип проверки гипотез. Параметрические критерии. Значение функции правдоподобия при проверке гипотез. 4 возможных исхода. Уровень значимости. Критическая область. Основная и альтернативная (конкурирующая) гипотезы. Понятия значимости и незначимости. 4 вида альтернативных гипотез и их графическая интерпретация. Алгоритм проверки статистических гипотез. Прием последовательного планирования эксперимента. Непараметрические критерии. Критерий знаков. Критерий согласия К. Пирсона.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.6.

Центральные вопросы раздела: Общий принцип проверки гипотез.

Контрольные вопросы:

- 8.1. Что может и чего не может сделать статистическая проверка гипотез?  
 8.2. Для чего служит проверка статистических гипотез?  
 8.3. Что такое параметрические критерии?  
 8.4. Для чего применяются параметрические критерии?  
 8.5. Что необходимо знать для проверки параметрического критерия?  
 8.6. Роль функции правдоподобия в проверке гипотез.  
 8.7. Что такое ошибка I рода?  
 8.8. Что такое ошибка II рода?  
 8.9. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область малого правдоподобия?  
 8.10. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область большого правдоподобия?  
 8.11. Понятие альтернативной гипотезы?  
 8.12. Виды альтернативных гипотез.  
 8.13. Что такое непараметрические критерии?  
 8.14. Что является основной задачей непараметрических критериев?  
 8.15. Основная идея критерия знаков.  
 8.16. Смысловое содержание критерия согласия К. Пирсона.

## 9. Основы статистического контроля качества технологических процессов

Текущий и приемочный контроль технологических процессов. Статистические основы метода контрольных карт. Контрольные карты по измеримым и неизмеримым признакам.



*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 5.8.

Центральные вопросы раздела: Статистические основы метода контрольных карт.

Контрольные вопросы:

- 9.1 Что лежит в основе метода контрольных карт?
- 9.2. Что такое контрольная карта?
- 9.3. Какой контроль позволяют осуществлять контрольные карты?
- 9.4. Какой метод лежит в основе приемочного контроля?
- 9.5. Какие уровни качества лежат в основе определения приемочного числа?

## 10. Задачи многомерного статистического анализа.

Виды задач изучения многофакторных систем. Состав статистического анализа. Вопросы статистического анализа. Прикладной смысл ковариации (коэффициента корреляции) и среднего квадратического отклонения. Коррелированные и некоррелированные величины. Задачи корреляционного, регрессионного, конфлюэнтного и дисперсионного анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 6.1.

Центральные вопросы раздела: Смысл среднеквадратического отклонения и коэффициента корреляции.

Контрольные вопросы:

- 10.1. Основные вопросы, решаемые статистическим анализом.
- 10.2. Прикладной смысл среднего квадратического отклонения и коэффициента корреляции.
- 10.3. Ковариация как характеристика тенденции связи случайных величин.
- 10.4. Какой характер имеет соотношение коррелированности с зависимостью?
- 10.5. Основная задача корреляционного анализа.
- 10.6. Основная задача регрессионного анализа.
- 10.7. Основная задача конфлюэнтного анализа.
- 10.8. Основная задача дисперсионного анализа.

## 11. Понятие о корреляционном анализе

Понятие о корреляционном анализе. Коэффициент корреляции как оценка связи факторов. Коэффициент корреляции как оценка связи факторов. Пример проверки гипотезы о **нормальном** распределении совокупности двух случайных величин. Понятие о корреляционной модели. Оценка тесноты связи факторов по доверительному интервалу для коэффициента корреляции и по корреляционному отношению. Алгоритм проведения корреляционного анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 6.2.

Центральные вопросы раздела: Коэффициент корреляции как оценка связи факторов. Корреляционная модель.

Контрольные вопросы:

- 11.1. О чем свидетельствует близость нулю коэффициента корреляции?
- 11.2. О чем свидетельствует близость единице коэффициента корреляции?
- 11.3. Две оценки тесноты связи случайных величин.
- 11.4. Структура корреляционного отношения.

## 12. Дисперсионный анализ

Способы выполнения основных требований дисперсионного анализа. Основная идея дисперсионного анализа. Существенные предположения дисперсионного анализа. Однофакторная дисперсионная модель. Разбиение дисперсионной суммы однофакторного эксперимента. Остаточная и межгрупповая дисперсии. Пример оценки существенности влияния входного фактора на выходной в однофакторном эксперименте с помощью критерия Фишера. Многофакторная дисперсионная модель. Способы выполнения основных требований дисперсионного анализа. Алгоритм дисперсионного анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 6.3.

Центральные вопросы раздела: Разбиение дисперсии. Критерий Фишера.

Контрольные вопросы:

- 12.1. В чем заключается основная идея дисперсионного анализа?
- 12.2. Существенные предположения дисперсионного анализа.
- 12.3. На какие части можно разбить дисперсию результатов однофакторного эксперимента?
- 12.4. Что характеризует остаточная дисперсия?
- 12.5. Что характеризует межгрупповая дисперсия?
- 12.6. Какой вывод можно сделать из сравнения составляющих дисперсий?
- 12.7. Как проверяется условие независимости факторов?
- 12.8. Какой критерий лежит в основе оценки влияния исследуемого фактора?
- 12.9. Как обеспечивается близость распределения исследуемых факторов нормальному распределению?

## 13. Понятие о регрессионном анализе

Понятие о регрессионном анализе. Регрессия. Регрессионная модель. Виды регрессионных моделей. Алгоритм регрессионного анализа. Необходимость учета физических свойств явления. Метод наименьших квадратов как частный случай метода наибольшего правдоподобия. Исследование вида и формы связи параметров по статистическим данным с помощью регрессионного анализа. Эквивалентность понятий регрессии, сглаживания и аппроксимации. Примеры проведения регрессионного анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 6.4.

Центральные вопросы раздела: Понятие регрессии. Необходимость учета физических свойств явления.

Контрольные вопросы:

- 13.1. Что такое линия регрессии?
- 13.2. Из каких соображений выбирается вид линии регрессии?
- 13.3. Для чего нужна проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции?
- 13.4. Каким методом находятся параметры линии регрессии?
- 13.5. Частным случаем какого метода является метод наименьших квадратов?
- 13.6. Какой физический смысл имеет метод наименьших квадратов?
- 13.7. Что характеризуют частные дисперсии, исследуемые при построении линии регрессии?

## 14. Понятие о конфлюэнтном анализе

Вид представления параметров в конфлюэнтном анализе. Структурные и стохастические компоненты. Связь с шумом и ненаблюдаемыми параметрами.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 6.5.

Центральные вопросы раздела: Вид представления параметров в конфлюэнтном анализе.

Контрольные вопросы:

- 14.1. Какие компоненты определяют связь факторов в конфлюэнтном анализе?
- 14.2. Каково математическое ожидание у стохастических компонент?

## 15. Проблемы построение эксперимента

Понятие о постановке и строгости эксперимента. Объект наблюдения и его результат как генеральная совокупность и выборка. Суть планирования эксперимента. Термины теории планирования эксперимента. План эксперимента. Проблемы построения эксперимента. Принципы планирования экспериментов.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.1.

Центральные вопросы раздела: Основные термины и понятия теории эксперимента. Принципы планирования экспериментов.

Контрольные вопросы:

- 15.1. Определение эксперимента.
- 15.2. Для чего предназначен эксперимент?
- 15.3. Определение опыта.
- 15.4. Что такое активный и пассивный эксперименты?

- 15.5. Определение плана эксперимента.
- 15.6. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
- 15.7. Смысловое содержание дисперсионной модели.
- 15.8. Смысловое содержание регрессионной модели.
- 15.9. Что такое планирование эксперимента?
- 15.10. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
- 15.11. В чем состоит принцип последовательного планирования?
- 15.12. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
- 15.13. В чем состоит принцип рандомизации?
- 15.14. В чем состоит принцип оптимальности плана?

## 16. Назначение плана эксперимента

Возможность планирования эксперимента, наилучшим образом соответствующего цели исследования. Пример выгоды планирования эксперимента. Свойства планов эксперимента: полнота, сбалансированность, рандомизированность, блочность. Латинские квадраты.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.2.

Центральные вопросы раздела: Назначение плана эксперимента.

Контрольные вопросы:

- 16.1. Цель планирования эксперимента.
- 16.2. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
- 16.3. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
- 16.4. Общий вид латинских квадратов.

## 17. Планирование объема эксперимента

Приемы планирования объема эксперимента с помощью математической статистики. Пример различных подходов к планированию объема простейшего эксперимента.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.3.

Центральные вопросы раздела: Простейшие и "качественные" приемы предварительного планирования объема эксперимента.

Контрольные вопросы:

- 17.1. Использование среднего квадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
- 17.2. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
- 17.3. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.

## 18. Планирование линейного однофакторного эксперимента

Модель линейного однофакторного эксперимента. План линейного однофакторного эксперимента для дисперсионного анализа. Выявление влияния единственного фактора с помощью дисперсионного анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.4.

Центральные вопросы раздела: План линейного однофакторного эксперимента для дисперсионного анализа.

Контрольные вопросы:

- 18.1. Суть однофакторного эксперимента.
- 18.2. Типовая гипотеза однофакторного эксперимента.
- 18.3. Вид дисперсионной математической модели однофакторного эксперимента.
- 18.4. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
- 18.5. Чем оценивается значимость исследуемого фактора?

## 19. Планирование линейного двухфакторного эксперимента

Модель линейного двухфакторного эксперимента. Неполноблочный сбалансированный план линейного двухфакторного четырехуровневого эксперимента. Выявление влияния двух факторов с помощью дисперсионного анализа.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.5.

Центральные вопросы раздела: Неполноблочный сбалансированный план линейного двухфакторного двухуровневого эксперимента.

Контрольные вопросы:

- 19.1. Что такое полный факторный эксперимент?
- 19.2. Что такое полный план?
- 19.3. Суть двухфакторного эксперимента.
- 19.4. Типовая гипотеза двухфакторного эксперимента.
- 19.5. Вид дисперсионной математической модели двухфакторного эксперимента.
- 19.6. Понятие полных и неполных блоков плана.
- 19.7. Что такое сбалансированные блоки?

## 20. Планирование многофакторного эксперимента

Модель и план линейного трехфакторного четырехуровневого эксперимента. Модель и план линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента. Матрица Адамара. Свойства плана: полнота, насыщенность, симметричность, нормированность, ортогональность.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.6.

Центральные вопросы раздела: Свойства плана: полнота, насыщенность, симметричность, нормированность, ортогональность.

Контрольные вопросы:

- 20.1. Типовая гипотеза трехфакторного эксперимента.
- 20.2. Вид дисперсионной математической модели трехфакторного эксперимента.
- 20.3. План линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента.
- 20.4. Что такое симметричность плана?
- 20.5. Что такое условие нормировки плана?
- 20.6. Что такое ортогональность плана?
- 20.7. Что такое насыщенность плана?

## 21. Неполные и неортогональные планы

Ненасыщенные и сверхнасыщенные планы. Связь полноты плана с моделью плана. Способ построения полных планов. Дробные планы. Способ построения дробных планов. Основное свойство ортогонального плана. Способ построения ненасыщенных неортогональных планов.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] § 7.7.

Центральные вопросы раздела: Способ построения полных планов. Дробные планы. Способ построения дробных планов.

Контрольные вопросы:

- 21.1. Что такое ненасыщенный и сверхнасыщенный планы?
- 21.2. Правило для построения полного плана.
- 21.3. Связь полноты плана с моделью плана.
- 21.4. Для чего служат дробные планы?
- 21.5. Каким условиям должен удовлетворять дробный план?
- 21.6. Правило для построения дробного плана.

## 22. Особые методы планирования эксперимента

Особенности реальных практических задач планирования эксперимента. Вариация числа факторов и числа уровней. Метод главных компонент. Факторный анализ. Понятие о методах экспертных оценок.

*Методические указания к изучению раздела*

Литература: [2] глава 8.

Центральные вопросы раздела: Основная идея метода главных компонент. Основная идея факторного анализа. Понятие о методах экспертных оценок.

Контрольные вопросы:

- 22.1. Основная идея метода главных компонент.
- 22.2. Основная цель метода главных компонент.
- 22.3. На основе какого свойства факторов метод главных компонент позволяет выбрать исследуемые факторы?

- 22.4. На чем основан метод главных компонент?  
 22.5. Основная идея факторного анализа.  
 22.6. Основная цель факторного анализа.  
 22.7. На основе какого свойства факторов факторный анализ позволяет выбрать исследуемые факторы?  
 22.8. Вопросы, решаемые методами экспертных оценок.  
 22.9. Основные показатели результатов экспертных оценок.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

	А в т о р	Наименование, издательство, год издания
1	2	3
Основная литература:		
1	Кубланов М.С.	Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть I. Третье издание. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 108 с.
2	Кубланов М.С.	Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть II. Третье издание. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 125 с.
Учебно-методическая литература:		
3	Кубланов М.С.	Планирование экспериментов и обработка результатов измерений: Пособие по изучению дисциплины, выполнению лабораторных работ и домашних заданий для студентов специальности 130300 и направления 552000 дневного обучения. – М.: МГТУ ГА, 2005. – 32 с.
Дополнительная литература		
4	Савченко А.А.	Введение в математическую статистику с применением в гражданской авиации. – Киев: МИИГА, 1975 – 132 с.
5	Савченко А.А.	Многомерный статистический анализ для инженеров гражданской авиации. – М.: МИИГА, 1976. – 112 с
6	Вентцель Е.С.	Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 576 с.
7	Пустыльник Е.И.	Статистические методы анализа и обработки наблюдений. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
8	Хальд А.	Математическая статистика с техническими приложениями. – М.: Иностранная литература, 1956. – 664 с.
9	Шторм Р.	Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. – М.: Мир, 1970. – 368 с.

1	2	3
10	Корн Г., Корн Т.	Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1973. – 832 с.
11	Хикс Ч.Р.	Основные принципы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1967. – 406 с.
12	Налимов В.В.	Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 208 с.
13	Бернацкий Ф.И.	Планирование экспериментов в инженерных исследованиях. – Владивосток: 1986. – 45 с.
14	Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф.	Планирование эксперимента. – Минск: БГУ, 1982. – 302 с.
15		ГОСТ 24026–80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1980.
16	Бормотов М.Ю., Гуров А.Г., Корунов С.С., Кукушкин С.Н.	Экспертные методы прогнозирования. – М.: МАИ, 1985. – 60 с.
17	Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И., Смирнов Л.П.	Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. – Киев: Наукова Думка, 1974. – 160 с.
18	Шилейко А.В., Кочнев В.Ф., Химушин Ф.Ф.	Введение в информационную теорию систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 280 с.
19	Барзилович Е.Ю.	Оптимально управляемые случайные процессы и их приложения (теоретические основы эксплуатации авиационных систем по состоянию). – Егорьевск: ЕАТК ГА, 1996. – 299 с.