

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВПО «Рыбинский государственный авиационный технический  
университет имени П.А.Соловьева»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

\_\_\_\_\_ Т.Д. Кожина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА  
ИНФОРМАЦИИ

для специальности

01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

<b>Виды занятий</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Количество зачетных единиц</b>
Лекции	36	1
Практические занятия	24	0,65
Реферат	36	1
Самостоятельная работа	84	2,35
Всего:	180	5
Форма контроля	Экзамен	

Рабочую программу составил:

Кожина Т.Д.

Камакин В.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры РМСИ им.С.С. Силина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой,

д.т.н., профессор

Волков Д.И.

Рыбинск,

2011

Настоящая программа составлена в соответствии с действующим паспортом и утвержденным вузовским планом специальности научных работников 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

**Цель изучения дисциплины заключается** в формировании у аспирантов представлений о современных методах и технологиях обработки и анализа информации основанных на матричных методах, теории планирования эксперимента, теории нечетких множеств и эволюционных вычислений.

### **Основные задачи дисциплины.**

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- уметь использовать матричные методы, теорию планирования эксперимента, теорию нечетких множеств и эволюционных вычислений при решении исследовательских задач;
- пользоваться вычислительной средой MATLAB и её пакетами прикладных инженерных и математических программ;
- знать матричные методы описания и анализа процессов и систем, математические методы планирования и оптимизации эксперимента, основные положения теории нечетких множеств и эволюционных вычислений.

## **1 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Линейные пространства (4 час.)**

Аксиомы линейного пространства. Свойства линейного пространства. Линейная зависимость. Свойства систем векторов. Ранг системы векторов. Базис линейного пространства. Размерность линейного пространства. Преобразование координат при замене базиса. Евклидовы векторные и функциональные пространства. Нормированные пространства. Нормы вектора. Нормы функции. Ортогональные системы векторов и функций. Функции, ортогональные на множестве. Ортогональные и ортонормированные базисы. Процесс ортогонализации Грамма - Шмидта.

### **1.2. Матричные методы описания и анализа процессов и систем (6 час)**

Матрицы. Основные типы матриц. Операции с матрицами. Нормы матриц. Числа обусловленности. Собственные числа и собственные векторы матрицы. Матричные преобразования. Приведение матрицы к форме Жордана. Сингулярные числа и сингулярное разложение матрицы.

Решение линейных уравнений. Псевдообратная матрица.

Билинейная и квадратичная формы.

Функции от матриц. Матричные многочлены. Ряды. Дифференцирование и интегрирование функций от матриц.

Описание динамических процессов и систем в пространстве состояний. Методы приведения модели процесса или системы к уравнениям в пространстве состояний.

Наблюдаемость и управляемость динамических процессов и систем. Условия наблюдаемости и управляемости линейных и нелинейных динамических процессов и систем.

### 1.3. Планирование эксперимента (10 час)

Задачи планирования эксперимента. Виды эксперимента. Факторы и факторное пространство. Нормализация факторов. Отклик, функция отклика, поверхность отклика.

Статистическая модель процесса или системы. Модель регрессионного анализа. Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам. Полиномиальная модель регрессионного анализа. Ортогональное планирование эксперимента. Модель дисперсионного анализа.

Отсеивающий эксперимент. Метод ранговой корреляции. Метод случайного баланса.

Планы первого порядка. Планы полного факторного эксперимента типа  $2^n$ . Планы дробного факторного эксперимента типа  $2^{n-k}$ . План взвешивания. Симплекс-план.

Планы второго порядка. Ортогональные планы. Планы Хартли. Ротатабельные планы.

Планы типа  $3^n$ .

Методы поиска оптимального решения. Метод Зайделя-Гаусса. Метод сканирования. Метод случайного поиска. Метод градиента. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона). Метод последовательного симплекс-планирования. Метод ускоренного симплекс-планирования. Дискретное (целочисленное) симплекс-планирование.

Планирование эксперимента с качественными факторами. Латинские квадраты.

### 1.4. Основы теории нечетких множеств (10 час.)

Определение нечеткого множества. Функция принадлежности. Лингвистическая переменная. Терм-множество. Терм.

Свойства нечетких множеств. Высота нечеткого множества. Нормальное нечеткое множество. Носитель нечеткого множества. Пустое нечеткое множество. Ядро и  $\alpha$ -сечение нечеткого множества. Выпуклое нечеткое множество. Дефаззификация нечеткого множества. Методы дефаззификации.

Операции над нечеткими множествами. Дополнение, пересечение,

объединение нечетких множеств. Треугольная норма (t - норма ). Треугольная конорма( s - норма ). Произведение нечетких множеств. Многоместные функции принадлежности.

Нечеткая арифметика. Нечеткие числа. Нечеткие интервалы. Арифметические операции для нечетких чисел. Функции нечетких переменных. Нечеткие отношения.

Нечеткая логика. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического вывода. Композиционное правило нечеткого вывода Заде. Нечеткий логический вывод Мамдани. Нечеткий логический вывод Суджено. Нечеткий логический вывод Цукамото. Нечеткий логический вывод Ларсена. Иерархические системы нечеткого логического вывода.

Введение в задачу нечеткого управления. Структурная схема нечеткого контроллера. Правила, импликация, заключения в системе нечеткого контроллера.

#### 1.5. Эволюционные вычисления (6 час.)

Генетические алгоритмы и их применение. Стандартный генетический алгоритм. Функция оптимальности в генетическом алгоритме. Оператор пропорционального отбора. Оператор кроссовера. Оператор мутации. Эволюционная стратегия. Мобильный генетический алгоритм (МГА).

## 2 Практические занятия

Планирование отсеивающего эксперимента (8 час).

Полный и дробный факторные эксперименты (8 час.).

Исследование способов формирования нечетких множеств и операции с ними (8 час).

## 3 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основной

- 3.1. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ. Задорина Н.А. - Рыбинск: РГАТА, 2009. - 101с. - 100 экз.
- 3.2. Сафронов А.М. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. (Теория и практика) : [Текст] : учебное пособие / А. М. Сафронов. - Изд. 2-е., перераб. и доп. - Рыбинск: РГАТА, 2005. - 178с. - 700 экз.
- 3.3. Канатников А.Н., Крищенко А.П. Линейная алгебра: Учеб. для вузов. 3-е изд., стереотип. / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. IV). - 1 экз.
- 3.4. Вычисления в MATLAB. Семенова С.Э. Юдин В.В. - Рыбинск: РГАТА, 2008. - 144с. - 120 экз.
- 3.5. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие

- системы :[Текст] / Д. Рутковская; М.Пилиньский, Л.Рутковский; Пер.с польск.И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 383с. - 3 экз.
- 3.6. Ланкастер П. Теория матриц :[Текст] : Перевод с английского С.П. Демушкина / П. Ланкастер. - Изд. 2-е. - М: Наука, 1982. - 272 с. - 1 р.40 к. – 2 экз.
- 3.7. Воздвиженский В.М. Планирование эксперимента и математическая обработка результатов в литейном производстве [Текст]: учебное пособие / В. М. Воздвиженский; Жуков А.А. - Ярославль: ЯПИ, 1985. - 83с. - 465 экз.
- 3.8. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст]: Программированное введение в планирование эксперимента / Ю. П. Адлер; Маркова Е.В., Грановский Ю.В. - М.: Наука, 1971. - 283с. – 1 экз.

### **Дополнительный**

- 3.9. Дьяконов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. - СПб.: Питер, 2002. - 444с. - 2 экз.
- 3.10. Мартынов Н.Н. Matlab 7.Элементарное введение :[Текст] / Н. Н. Мартынов. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. - 416с. - 10 экз.
- 3.11. Ануфриев И.Е. MATLAB 7.Наиболее полное руководство в подлиннике: [Текст] / И. Е. Ануфриев; А.Б.Смирнов, Е.Н.Смирнова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 1080с. - 1 экз.
- 3.12. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7SP1+Simulink 5/6.Работа с изображениями и видеопотоками :[Текст] / В. П. Дьяконов. - М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 395с. - 1 экз.

## **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ АСПИРАНТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных аспирантами при изучении дисциплин «Линейная алгебра» и дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

В соответствии с учебным планом дисциплина включает аудиторные лекционные и практические занятия. Особо следует выделить самостоятельную работу на компьютере в вычислительной среде MATLAB и её пакетами расширений Statistics Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, что позволяет более качественно усвоить материал.

### **5 СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ**

- 5.1. Аксиомы линейного пространства. Свойства линейного пространства.
- 5.2. Свойства систем векторов. Линейная зависимость. Ранг системы векторов.
- 5.3. Базис линейного пространства. Размерность линейного пространства. Преобразование координат при замене базиса. Ортогональные и ортонормированные базисы.
- 5.4. Евклидовы векторные пространства. Нормы вектора.

- 5.5. Евклидовы функциональные пространства. Нормы функции.
- 5.6. Ортогональные системы векторов. Процесс ортогонализации Грамма - Шмидта.
- 5.7. Ортогональные системы функций. Функции, ортогональные на множестве. Построение функционального ортогонального базиса.
- 5.8. Матрицы. Основные типы матриц. Операции с матрицами.
- 5.9. Нормы матриц. Числа обусловленности.
- 5.10. Собственные числа и собственные векторы матрицы.
- 5.11. Матричные преобразования. Приведение матрицы к форме Жордана.
- 5.12. Сингулярные числа и сингулярное разложение матрицы.
- 5.13. Решение линейных уравнений. Псевдообратная матрица.
- 5.14. Билинейная и квадратичная формы.
- 5.15. Функции от матриц. Матричные многочлены. Ряды.
- 5.16. Дифференцирование и интегрирование функций от матриц.
- 5.17. Описание динамических процессов и систем в пространстве состояний. Методы приведения модели процесса или системы к уравнениям в пространстве состояний.
- 5.18. Наблюдаемость динамических процессов и систем. Условия наблюдаемости линейных и нелинейных динамических процессов и систем
- 5.19. Управляемость динамических процессов и систем. Условия управляемости линейных и нелинейных динамических процессов и систем
- 5.20. Задачи планирования эксперимента. Виды эксперимента. Факторы и факторное пространство. Нормализация факторов. Отклик, функция отклика, поверхность отклика.
- 5.21. Статистическая модель процесса или системы. Модель регрессионного анализа. Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам. Полиномиальная модель регрессионного анализа. Модель дисперсионного анализа.
- 5.22. Отсеивающий эксперимент. Метод ранговой корреляции.
- 5.23. Отсеивающий эксперимент. Метод случайного баланса.
- 5.24. Планы полного факторного эксперимента типа  $2^n$ .
- 5.25. Планы дробного факторного эксперимента типа  $2^{n-k}$ .
- 5.26. План взвешивания.
- 5.27. Симплекс-план.
- 5.28. Ортогональные планы.
- 5.29. Планы Хартли.

- 5.30. Ротатабельные планы.
- 5.31. Планы полного факторного эксперимента типа  $3^n$ .
- 5.32. Методы поиска оптимального решения. Метод Зайделя-Гаусса.
- 5.33. Методы поиска оптимального решения. Метод сканирования.
- 5.34. Методы поиска оптимального решения. Метод случайного поиска.
- 5.35. Методы поиска оптимального решения. Метод градиента. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).
- 5.36. Методы поиска оптимального решения. Метод последовательного симплекс-планирования.
- 5.37. Методы поиска оптимального решения. Метод ускоренного симплекс-планирования.
- 5.38. Методы поиска оптимального решения. Дискретное (целочисленное) симплекс-планирование.
- 5.39. Планирование эксперимента с качественными факторами. Латинские квадраты.
- 5.40. Определение нечеткого множества. Функция принадлежности. Лингвистическая переменная. Терм-множество. Терм.
- 5.41. Высота нечеткого множества. Нормальное нечеткое множество. Носитель нечеткого множества. Пустое нечеткое множество. Ядро и  $\alpha$ -сечение нечеткого множества. Выпуклое нечеткое множество.
- 5.42. Дефаззификация нечеткого множества. Методы дефаззификации.
- 5.43. Операции над нечеткими множествами. Дополнение, пересечение, объединение нечетких множеств. Треугольная норма ( $t$  - норма). Треугольная конорма ( $s$  - норма). Произведение нечетких множеств.
- 5.44. Многочесные функции принадлежности.
- 5.45. Нечеткая арифметика. Нечеткие числа. Нечеткие интервалы. Арифметические операции для нечетких чисел.
- 5.46. Функции нечетких переменных.
- 5.47. Нечеткие отношения.
- 5.48. Нечеткая логика. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции.
- 5.49. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического вывода. Композиционное правило нечеткого вывода Заде.
- 5.50. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического вывода. Нечеткий логический вывод Мамдани.
- 5.51. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического вывода. Нечеткий логический вывод Суджено.
- 5.52. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического

вывода. Нечеткий логический вывод Цукамото.

- 5.53. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического вывода. Нечеткий логический вывод Ларсена.
- 5.54. Нечеткий логический вывод. Структура системы нечеткого логического вывода. Иерархические системы нечеткого логического вывода.
- 5.55. Введение в задачу нечеткого управления. Структурная схема нечеткого контроллера. Правила, импликация, заключения в системе нечеткого контроллера.
- 5.56. Генетические алгоритмы и их применение. Стандартный генетический алгоритм.
- 5.57. Генетические алгоритмы и их применение. Эволюционная стратегия.
- 5.58. Генетические алгоритмы и их применение. Мобильный генетический алгоритм (МГА).

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ САМОПРОВЕРКИ

- 6.1. Определите аксиомы линейного пространства.
- 6.2. Как определить линейную независимость системы векторов?
- 6.3. Что такое ранг системы векторов?
- 6.4. Дайте определение базиса линейного пространства.
- 6.5. Как определяется размерность линейного пространства?
- 6.6. Как выполняется преобразование координат при замене базиса?
- 6.7. Какие пространства относят к евклидовым векторным и функциональным пространствам?
- 6.8. Какие пространства относят к нормированным пространствам?
- 6.9. Дайте определение нормы вектора.
- 6.10. Дайте определение нормы функции.
- 6.11. Какие системы векторов и функций называют ортогональными?
- 6.12. Дайте определение функции, ортогональной на множестве.
- 6.13. Какие системы векторов образуют ортонормированный базис?
- 6.14. Приведите пример процесса ортогонализации Грамма - Шмидта для системы векторов.
- 6.15. Приведите примеры основных типов матриц. В чем их особенности?
- 6.16. Определите операции с матрицами.
- 6.17. Дайте определение нормы матрицы.
- 6.18. Дайте определение числа обусловленности матрицы.
- 6.19. Как найти собственные числа матрицы?



- 6.20. Как найти собственные векторы матрицы?
- 6.21. Как привести матрицу к форме Жордана.
- 6.22. Определите сингулярные числа и сингулярное разложение матрицы.
- 6.23. Определите псевдообратную матрицу. В каких случаях она используется?
- 6.24. Определите билинейную и квадратичную формы.
- 6.25. Приведите примеры функций от матриц.
- 6.26. Как выполняется дифференцирование и интегрирование функций от матриц?
- 6.27. Дайте определение пространства состояний.
- 6.28. Как привести модель процесса или системы к уравнениям в пространстве состояний?
- 6.29. Дайте определение наблюдаемости и управляемости динамических процессов и систем.
- 6.30. Определите условия наблюдаемости линейных и нелинейных динамических процессов и систем.
- 6.31. Определите условия управляемости линейных и нелинейных динамических процессов и систем.
- 6.32. Определите задачи планирования эксперимента.
- 6.33. Какие виды эксперимента вы знаете?
- 6.34. Дайте определение понятий «факторы», «факторное пространство».
- 6.35. Дайте определение понятий «отклик», «функция отклика», «поверхность отклика».
- 6.36. Что такое нормализация факторов и для каких целей используется?
- 6.37. Дайте определение понятия «статистическая модель процесса или системы».
- 6.38. Определите модель регрессионного анализа.
- 6.39. Определите модель регрессионного анализа, линейную по параметрам.
- 6.40. Определите полиномиальную модель регрессионного анализа.
- 6.41. Определите модель дисперсионного анализа.
- 6.42. Определите цели отсеивающего эксперимента.
- 6.43. Для каких целей используется метод ранговой корреляции?
- 6.44. Для каких целей используется метод случайного баланса?
- 6.45. Составьте план полного факторного эксперимента типа  $2^n$ .
- 6.46. Составьте план дробного факторного эксперимента типа  $2^{n-k}$ .
- 6.47. Составьте план взвешивания.

- 6.48. Составьте симплекс-план.
- 6.49. Составьте планы Хартли.
- 6.50. Составьте ротатабельные план.
- 6.51. Составьте планы типа  $Z^n$ .
- 6.52. Определите особенности метода Зайделя-Гаусса при поиске оптимального решения.
- 6.53. Определите особенности метода сканирования при поиске оптимального решения.
- 6.54. Определите особенности метода случайного поиска при получении оптимального решения.
- 6.55. Определите особенности метода градиента при поиске оптимального решения.
- 6.56. Определите особенности метода крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона) при поиске оптимального решения.
- 6.57. Определите особенности метода последовательного симплекс-планирования при поиске оптимального решения.
- 6.58. Определите особенности метода ускоренного симплекс- планирования при поиске оптимального решения.
- 6.59. Определите особенности дискретного (целочисленного) симплекс-планирования при поиске оптимального решения.
- 6.60. В каких случаях используется план «латинские квадраты»?
- 6.61. Дайте определение нечеткого множества.
- 6.62. Дайте определение функции принадлежности.
- 6.63. Дайте определение лингвистической переменной.
- 6.64. Что такое терм-множество и терм?
- 6.65. Дайте определение понятия «носитель нечеткого множества».
- 6.66. Дайте определение высоты, ядра и  $\alpha$ -сечения нечеткого множества.
- 6.67. Какое нечеткое множество называют нормальным?
- 6.68. Какое нечеткое множество называют пустым?
- 6.69. Какое нечеткое множество называют выпуклым?
- 6.70. Что такое дефаззификация нечеткого множества?
- 6.71. Какими методами выполняется дефаззификации?
- 6.72. Как определяют дополнение нечеткого множества?
- 6.73. Как определяют пересечение нечеткого множества?
- 6.74. Как определяют объединение нечеткого множества?

- 6.75. Какую функцию называют «треугольная норма (t - норма )»?
- 6.76. Какую функцию называют «треугольная конорма ( s - норма )»?
- 6.77. Определите произведение нечетких множеств.
- 6.78. Определите многоместные функции принадлежности.
- 6.79. Что называют нечетким числом?
- 6.80. Определите нечеткий интервал.
- 6.81. Определите арифметические операции для нечетких чисел.
- 6.82. Определите функции нечетких переменных.
- 6.83. Определите нечеткое отношение.
- 6.84. Определите понятие «нечеткая истинность».
- 6.85. Определите нечеткие логические операции.
- 6.86. Приведите структуру системы нечеткого логического вывода.
- 6.87. Определите композиционное правило нечеткого вывода Заде.
- 6.88. Определите нечеткий логический вывод Мамдани.
- 6.89. Определите нечеткий логический вывод Суджено.
- 6.90. Определите нечеткий логический вывод Цукамото.
- 6.91. Определите нечеткий логический вывод Ларсена.
- 6.92. Определите иерархическую систему нечеткого логического вывода.
- 6.93. Приведите структурную схему нечеткого контроллера.
- 6.94. Какие правила, заключения и импликацию используют в системе нечеткого контроллера?
- 6.95. Какова основная идея эволюционных вычислений?
- 6.96. Какой вид эволюционных вычислений называют генетическим алгоритмом?
- 6.97. В каких областях применяют генетические алгоритмы?
- 6.98. Из каких шагов состоит стандартный генетический алгоритм?
- 6.99. Что называют функцией оптимальности в генетическом алгоритме?
- 6.100. Как выполняется оператор пропорционального отбора?
- 6.101. Как выполняется оператор кроссовера?
- 6.102. Как выполняется оператор мутации?
- 6.103.6.103. Что называют эволюционной стратегией?
- 6.104.6.104. В чем особенности мобильного генетического алгоритма (МГА)?