

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»  
(СГАУ)**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по науке и инновациям**  
\_\_\_\_\_ **Прокофьев А.Б.**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
по научной специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и  
обработка информации (технические системы и связь)»**

Самара 2012

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы и связь)» составлена на основе программ учебных дисциплин по основным образовательным программам высшего профессионального образования: 160400.68 «Ракетные комплексы и космонавтика», 010900.68 «Прикладные математика и физика», 230100.68 «Информатика и вычислительная техника», 010400.68 «Прикладная математика и информатика».

Составитель программы вступительного экзамена: доктор технических наук, профессор Белоконов Игорь Витальевич.

Программа вступительного экзамена утверждена на заседании межвузовской кафедры космических исследований, протокол № 01 от 03.02 2012 г.

Заведующий кафедрой



Белоконов И.В.

Программа вступительного экзамена по специальности  
05.13.01 («Системный анализ, управление и обработка информации  
(технические системы и связь)»)

**1. Линейная алгебра**

- 1.1. Линейное пространство. Базис. Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Элементарные матрицы.
- 1.2. Детерминант квадратной матрицы. Два определения ранга матрицы (в терминах линейной независимости строк и неравенства нулю миноров).
- 1.3. Система линейных уравнений. Критерий совместимости Кронекера-Капелла.
- 1.4. Собственные векторы и собственные числа линейного оператора. Жорданова форма (без доказательства). Сингулярное разложение.
- 1.5. Билинейные и квадратичные формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Закон инерции для квадратичной формы. Критерий Сильвестра (без доказательства).

**2. Математический анализ**

- 2.1. Предел последовательности. Числовые ряды.
- 2.2. Предел функции. Дифференцируемость. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.
- 2.3. Экстремум функции. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума.
- 2.4. Интеграл Римана. Несобственные интегралы. Формулы Грина (без доказательства).
- 2.5. Ряды Фурье по тригонометрической системе. Сходимость рядов Фурье для кусочно-гладких функций. Порядок убывания коэффициентов Фурье для  $n$ -раз непрерывно-дифференцируемой функции. Равномерная сходимость ряда Фурье для непрерывно-дифференцируемой функции. Теорема Вейерштрасса (о полноте). Многочлены Чебышева.
- 2.6. Функции одной комплексной переменной. Условие Коши-Риммана. Интегральная формула Коши.
- 2.7. Степенные ряды. Первая теорема Абеля. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Эквивалентность дифференцируемости и регулярности функции в области.
- 2.8. Ряд Тейлора. Ряд Лорана. Понятие вычета в изолированной точке.

**3. Функциональный анализ**

- 3.1. Метрические пространства. Полнота. Непрерывные отображения. Компактные множества.
- 3.2. Принцип сжатых отображений. Метод последовательных отображений.
- 3.3. Линейные, нормированные, банаховы и гильбертовы пространства. Сильная и слабая сходимость. Задача о наилучшем приближении элементами выпуклого множества или подпространства. Минимальные свойства коэффициентов Фурье.
- 3.4. Непрерывные линейные операторы. Норма и спектральный радиус оператора. Сходимость операторов. Обратимость. Ряд Неймана и условия его сходимости. Теоремы о существовании обратного оператора.
- 3.5. Линейные функционалы. Сопряженное пространство. Принцип равномерной ограниченности. Теорема Банаха-Штейнгауза, её приложения.
- 3.6. Теорема Рисса (для гильбертова пространства). Сопряженные, самосопряженные, симметричные, положительно определенные, вполне непрерывные операторы и их свойства.
- 3.7. Свойства собственных значений и собственных функций для задачи на собственные значения, где  $A$  - самосопряженный, вполне непрерывный линейный оператор.
- 3.8. Квадратичные функционалы и обобщенные решения операторных уравнений.

#### **4. Обыкновенные дифференциальные уравнения**

- 4.1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения 1-го порядка и для системы - уравнений 1-го порядка с -неизвестными в нормальной форме (без доказательства). Теорема существования и единственности для системы линейных уравнений 1-го порядка.
- 4.2. Линейные уравнения -го порядка с постоянными коэффициентами. Решение однородного уравнения. Решение неоднородного уравнения со специальной правой частью в виде квазиполинома. Уравнение Эйлера.
- 4.3. Решение однородной системы первого порядка с постоянными коэффициентами (случай простых корней).
- 4.4. Системы линейных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами. Фундаментальная система решений однородного уравнения и ее существования. Формула Лиувилля. Метод вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения неоднородной системы. Структура общего решения.

#### **5. Методы вычислительной математики**

- 5.1. Интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
- 5.2. Интерполяция функции одного переменного с помощью кубических сплайнов. Ку-сочно-кубическая интерполяция со сглаживанием. Гладкие восполнения. Сходимость сплайн-функций.
- 5.3. Численное интегрирование.
- 5.4. Разложение матрицы на треугольные множители. Компактная схема. Метод факторизации. Число обусловленности матрицы как мера устойчивости процесса решения системы уравнений.
- 5.5. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Сходимость и оптимизация стационарных итерационных методов.
- 5.6. Метод последовательной верхней релаксации, чебышевские итерационные методы, метод минимальных невязок, метод сопряженных градиентов.
- 5.7. Теоремы о сходимости для итерационных методов.
- 5.8. Задача на собственные значения. Степенной метод. Метод вращений.
- 5.9. Конечно-разностные методы. Методы Рунге-Кутты (на примере явной схемы 4-го порядка аппроксимации). Линейные многошаговые методы.
- 5.10. Сходимость и устойчивость конечно-разностных методов. Понятия устойчивости, абсолютной устойчивости. Порядок аппроксимации, погрешность аппроксимации. Сходимость решения разностной задачи к решению дифференциальной (на примере явной схемы Рунге-Кутты 2-го порядка аппроксимации).
- 5.11. Жесткие задачи. Явные и неявные методы, их особенности. Применение линейных многошаговых методов.

#### **6. Основы теории управления**

- 6.1. Содержание задач управления. Классификация систем управления. Математические модели и характеристики систем управления.
- 6.2. Математическое описание линейных автоматических систем управления. Пространство состояний объекта управления. Составление уравнений статики, методы их линеаризации. Типовые входные сигналы, их математическое описание и реакция на них линейных звеньев автоматики (переходная и импульсная функции, реакция на гармоническое воздействие. Связь выходного и входного сигналов на основании интеграла свертки. Передаточные функции. Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ).
- 6.3. Типовые линейные звенья (усилительное, интегрирующее, апериодическое, колебательное, дифференцирующее, запаздывания). Аппроксимация реальных объектов типовыми звеньями. Виды соединений звеньев. Определение передаточных функций системы

и её характеристик по передаточным функциям и характеристикам звеньев входящих в систему. Эквивалентные преобразования структурных схем.

6.4. Устойчивость линейных систем. Определение устойчивости динамической системы. Необходимые и достаточные условия. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Раусса, Гурвица, Михайлова, Найквиста). Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение областей устойчивости Д-разбиение по одному и двум параметрам. Запасы устойчивости. Устойчивость систем с запаздыванием.

6.5. Качество переходных процессов. Построение переходных процессов (аналитическое, по характеристикам системы). Прямые и косвенные показатели качества переходных процессов. Интегральные критерии качества. Статические и астатические системы. Точность управления, коэффициенты ошибок. Анализ качества по частотным характеристикам замкнутой системы.

## **7. Основы обработки измерений**

7.1 Постановка задачи математической обработки результатов измерений. Основы теории вероятности и ошибок измерений. Классификация ошибок измерений. Параметры нормального закона распределения ошибок измерений. Среднеквадратические ошибки измеренной величины и функции измеренной величины. Абсолютные и относительные ошибки. Прямые и косвенные измерения. Равноточные и неравноточные измерения. Понятие веса. Вычисление весов функций.

7.2. Математическая обработка многократных равноточных измерений одной величины. Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений.

7.3. Математическая обработка многократных неравноточных измерений одной величины. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.

7.4. Косвенные наблюдения и их обработка. Принцип наименьших квадратов. Цель и постановка задачи уравнивания. Уравнения поправок. Вывод нормальных уравнений. Решение системы нормальных уравнений. Алгоритм Гаусса. Контрольные вычисления при решении уравнений поправок.

7.5. Оценка точности при косвенных измерениях. Весовые коэффициенты и их вычисления в общей схеме решения нормальных уравнений. Вычисление весовых коэффициентов по методу Ганзена. Оценка точности функции уравновешенных величин при помощи весовых коэффициентов.

## **Литература**

1. Математический анализ [Текст] : учебник : [по специальностям "Математика", "Прикладная математика" и "Информатика"] : в 2 ч. / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Бл. Х. Сендов ; под ред. А. Н. Тихонова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект [и др.], 2006 - . - (Классический университетский учебник). Ч. 1. - 2006. - 660 с. - 3 экз.
2. Математический анализ [Текст] : учебник : [по специальностям "Математика", "Прикладная математика" и "Информатика"] : в 2 ч. / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Бл. Х. Сендов ; под ред. А. Н. Тихонова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект [и др.], 2007 - . - (Классический университетский учебник). Ч. 2. - 2006. - 357 с. - 3 экз.
3. Высшая математика [Текст] : учебник : [для вузов] / В. А. Ильин, А. В. Куркина ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект, 2006. - 592 с. - 1 экз.
4. Численные методы в примерах и задачах [Текст] : [учеб. пособие] / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 2-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 480 с. - 1 экз.
5. Вводные лекции по численным методам [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению 510200 - "Прикладная математика и информатика" и специальности

- 010200 - "Прикладная математика и информатика"] / Д. П. Костомаров, А. П. Фаворский ; [Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова ]. - М.: Логос, 2006. - 184 с. – 10 экз.
6. Теория автоматического регулирования [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению "Автоматизация и упр."] / А. С. Востриков, Г. А. Французова. - 2-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 365 с. – 1 экз.
  7. Практикум по теории автоматического управления [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 550200, 651900 "Автоматизация и упр."] / Л. Д. Певзнер. - М. : Высш. шк., 2006. - 590 с. – 11 экз.
  8. Теория измерений [Текст] : [учеб. пособие по специальности "Приборостроение" / Т. И. Мурашкина и др.]. - М. : Высш. шк., 2007. - 151 с. – 2 экз.
  9. Общая теория измерений [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению 653800 - "Стандартизация, сертификация и метрология"] / С. С. Анцыферов, Б. И. Голубь ; под ред. Н. Н. Евтихьева. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 176 с. – 3 экз.
  10. Методы обработки многомерных данных и временных рядов [Текст] : [для направления 230100 (654600) "Информатика и вычисл. техника"] / А. А. Большаков, Р. Н. Каримов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 520 с.- 1 экз.