



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**«Институт автоматизации и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук»  
(ИАПУ ДВО РАН)**

**«СОГЛАСОВАНО»**

Зам. директора по научно-  
образовательной и инновационной  
деятельности, д.ф.-м.н.

 Н.Г. Галкин  
2014 г.



**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор ИАПУ ДВО РАН  
академик

 Ю.Н. Кульчин  
2014 г.

### ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-  
педагогических кадров в аспирантуре

**Системный анализ, управление и обработка информации**

**Направление подготовки 27.06.01 – «Управление в технических системах»,  
Профиль «Системный анализ, управление и обработка информации»**

**Форма подготовки (очная)**

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН)  
Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)

Программа государственного экзамена составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 892.

Программа государственного экзамена обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 1 от «14»  
 2014 г.

Заведующий (ая) кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель (ли): д-р тех. наук, зам. директора по научной работе А.В. Лебедев.

**Оборотная сторона титульного листа программы**

**I. Программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Программа государственного экзамена по специальной дисциплине «Избранные главы теории автоматического управления» предназначена для обучающихся по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (Системный анализ, управление и обработка информации) по направлению 27.06.01 «Управление в технических системах», профиль «Системный анализ, управление и обработка информации».

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 892, Типовой программы кандидатского экзамена по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (*программы доступны на сайте ВАК [http://vak.ed.gov.ru/ru/help\\_desk](http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk)*) и рабочей программы учебной дисциплины «Избранные главы теории автоматического управления» образовательной программы аспирантуры по направлению 27.06.01 «Управление в технических системах», профиль «Системный анализ, управление и обработка информации», разработанной в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте автоматизации и процессов управления ДВО РАН.

Государственный экзамен проводится в форме устного опроса.

Программа государственного экзамена включает в себя:

- аннотацию;
- содержание государственного экзамена;
- вопросы к государственному экзамену;
- список рекомендуемой литературы и источников.

# **I. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

## **МОДУЛЬ 1. Модели динамических объектов.**

### **Раздел I. Особенности и свойства сложных динамических объектов**

#### **1. Основные особенности и свойства сложных динамических объектов.**

Примеры сложных объектов управления. Технические, человеко-машинные и организационные системы управления. Тенденция их развития и классификация по признакам, связанным с факторами неопределенности и с требованиями к интеллекту. Особенности сложных систем, актуальные проблемы, требующие решения в процессе их построения и эксплуатации. Виды и особенности процессов анализа и синтеза сложных систем управления. Сущность и особенности алгоритмов структурного, функционального, информационного, параметрического анализа и синтеза.

#### **2. Декомпозиция сложных систем (объектов).**

Способы декомпозиции сложных динамических объектов. Иерархическая и функциональная декомпозиция сложных динамических объектов, декомпозиция моделей. Общая схема декомпозиции сложных динамических объектов управления. Определение, цель децентрализации и (или) агрегирования.

#### **3. Построения моделей динамических объектов.**

Этапы построения моделей динамических объектов. Их характеристика. Основные способы представления моделей объектов. Факторы, учитываемые при формировании моделей сложных динамических объектов. Основная схема проверки адекватности моделей.

### **Раздел II. Нелинейные системы управления и их особенности**

#### **1. Нелинейные системы управления.**

Модели нелинейных систем. Переходные процессы и особенности нелинейной динамики. Задачи и методы исследования систем на фазовой плоскости по особым точкам и по предельным циклам траекторий. Метод гармонической линеаризации.

## **2. Устойчивость нелинейных систем.**

Равновесные состояния и устойчивость. Первый метод Ляпунова. Второй метод Ляпунова. Частичная устойчивость и устойчивость по выходу. Исследование устойчивости методом гармонической линеаризации. Возможности методов компьютерного моделирования и оценки качества нелинейных систем управления.

## **МОДУЛЬ 2. Адаптивные и оптимальные системы управления.**

### **Раздел I. Робастные системы**

#### **1. Сущность проблемы робастности режимов управления.**

Сущность проблемы робастности режимов управления сложными динамическими системами, критерии робастности. Основная идея обеспечения робастности и особенности постановки задачи синтеза робастных систем управления.

#### **2. Методы синтеза робастных систем управления.**

Методы синтеза робастных систем управления. Пример синтеза системы для режимов стабилизации. Идея построения нелинейного робастного регулятора для изменяющихся входных воздействий или возмущений.

### **Раздел II. Оптимизационный подход к проблемам управления**

#### **1. Оптимальное управление и классические методы оптимизации.**

Задачи оптимального управления. Экстремумы функций. Простейшая задача вариационного исчисления. Задачи на условный экстремум. Теория Гамильтона.

#### **2. Методы оптимального управления.**

Квадратичные функционалы и линейные регуляторы. Принцип максимума. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.

### **Раздел III. Адаптивные системы управления**

#### **1. Адаптация как метод устранения неопределенности.**

Адаптация как метод устранения неопределенности в модели объекта или внешней среды и обеспечения заданного качества управления сложными динамическими объектами. Системы управления с явной и неявной

эталонной моделью (беспоисковые адаптивные системы). Основные принципы синтеза самонастраивающейся системы с моделью градиентным методом. Пример синтеза системы. Основные принципы синтеза самонастраивающейся системы с моделью прямым методом Ляпунова.

## **2. Самонастраивающейся системы.**

Основные принципы синтеза самонастраивающейся системы путем изменения параметров в цепи обратной связи объекта. Пример синтеза системы. Основные понятия о поисковых (с идентификацией) адаптивных системах. Пример системы, анализ структуры и функций элементов. Особенности компьютерной реализации моделей адаптивных систем управления. Самоорганизующиеся оптимальные регуляторы с экстраполяцией.

## **МОДУЛЬ 3. Интеллектуальные системы управления сложными динамическими объектами**

### **Раздел I. Интеллектуальные системы управления**

**1.** Принципы организации управления на основе интеллектуальных технологий обработки информации и знаний.

Понятия об интеллектуальных технологиях управления, определения, концептуальные основы и принципы организации управления на основе интеллектуальных технологий обработки информации и знаний. Принципы управления сложными динамическими объектами на основе технологии экспертных систем. Пример интеллектуальной системы. Принципы управления на основе технологии нечеткой логики. Пример системы. Принципы управления на основе технологии нейросетевых структур.

**2.** Принципы управления сложными динамическими объектами на основе технологии ассоциативной памяти.

Принципы управления на основе технологии ассоциативной памяти. Пример интеллектуальной системы.

**3.** Принципы идентификации сложных динамических объектов на основе интеллектуальных технологий.

Принципы идентификации сложных объектов на основе интеллектуальных технологий. Программное обеспечение моделирования и проектирования интеллектуальных систем управления. Методические основы его использования.

## **Раздел II. Задача принятия решения в управлении сложными динамическими объектами**

### **1. Принципы управления, связанные с законами реального мира.**

Принципы управления, связанные с законами реального мира. Самоорганизация в объектах реального мира. Синергетика и информация. Синергетика и управление, современные задачи и подходы.

### **2. Средства поддержки принятия решения.**

Средства поддержки принятия решения. Факторы, влияющие на выбор решения: постановка задачи; область использования решений; степень неопределенности цели управления, модели объекта управления и внешней среды. Одно- и многокритериальные процедуры выбора оптимальных решений.

## **II. ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

1. Основные особенности и свойства сложных динамических объектов.

2. Сущность и особенности алгоритмов структурного, функционального, информационного, параметрического анализа и синтеза.

3. Способы декомпозиции сложных динамических объектов. Иерархическая и функциональная декомпозиция сложных динамических объектов, декомпозиция моделей.

4. Общая схема декомпозиции сложных динамических объектов управления.

5. Этапы построения моделей динамических объектов. Их характеристика. Основные способы представления моделей объектов.

6. Нелинейные системы управления и их особенности.

7. Метод гармонической линеаризации.

8. Устойчивость нелинейных систем.
9. Робастные системы.
10. Методы синтеза робастных систем управления.
11. Задачи оптимального управления. Экстремумы функций.
12. Квадратичные функционалы и линейные регуляторы.
13. Принцип максимума.
14. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.
15. Системы управления с явной и неявной эталонной моделью (беспоисковые адаптивные системы).
16. Основные принципы синтеза самонастраивающейся системы с моделью градиентным методом.
17. Основные принципы синтеза самонастраивающейся системы с моделью прямым методом Ляпунова.
18. Принципы управления сложными динамическими объектами на основе технологии экспертных систем.
19. Принципы управления на основе технологии нечеткой логики.
20. Принципы управления на основе технологии нейросетевых структур.
21. Принципы идентификации сложных динамических объектов на основе интеллектуальных технологий.

### **III. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ**

#### **Основная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 т., Т.5: Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 782 с.
2. Нефедов В.И., Осипова В.А. Курс дискретной математики: учеб. пособие. – М.: Изд-во МАИ, 1992. – 262 с.

3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник [Электронный ресурс] / Ким Д.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12968>.

4. Цыкунов А.М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу [Электронный ресурс] / Цыкунов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 268 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24393>.

5. Курош А.Г. Теория групп [Электронный ресурс]/ Курош А.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 805 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12902>.

6. Дехтярь М.И. Лекции по дискретной математике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дехтярь М.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007.— 259 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15846>.

7. Данелян Т.Я. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Данелян Т.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Евразийский открытый институт, 2011.— 303 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10867>.

8. Пантелеев А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пантелеев А.В., Летова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2011.— 424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093>.

### **Дополнительная и справочная литература**

(печатные и электронные издания)

9. Алгебраическая теория автоматов, языков и полугрупп / под ред. М.А. Арбиб. – М.: Статистика, 1975. – 335 с.

10. Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. - СПб.: Наука, 2000.
11. Марков А.А., Нагорный Н.М. Теория алгоритмов. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
12. Кузнецов О.П., Адельсон-Вольский Г.М. Дискретная математика для инженера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 479 с.
13. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости [Электронный ресурс] / А.В. Ильин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24267>.
14. Лазарева Т.Я., Основы теории автоматического управления. Учебное пособие / Т.Я.Лазарева, Ю.Ф.Мартемьянов - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2004. - 352 с.— Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/622/21622>.
15. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс]/ Колмогоров А.Н., Фомин С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 570 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12896>.
16. Марченков С.С. Конечные автоматы [Электронный ресурс]/ Марченков С.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 56 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25034>.
17. Ершов Ю.Л. Математическая логика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ершов Ю.Л., Палютин Е.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 356 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12884>.
18. Алексеев В.М. Оптимальное управление [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 408 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12964>.