



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»

Руководитель направления
подготовки аспирантов 27.06.01
«Управление в технических системах»

 А.В. Лебедев

«14» августа 2014 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

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

 Н.Г. Галкин

«14» августа 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

Теория систем и системный анализ

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

курс 2 семестр 4
лекции 36 час. / 1.0 з.е.
практические занятия – 18 час. / 0.5 з.е.
лабораторные работы – нет
всего часов аудиторной нагрузки 54 (час.) / 1.5 з.е.
самостоятельная работа 54 (час.) / 1.5 з.е.
контрольные работы не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 4 семестр

Рабочая программа 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.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 1 от «14» августа 2014 г.

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

Составитель (ли): канд. тех. наук, с.н.с. лаб. робототехнических систем Д.А. Юхимец.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теория систем и системный анализ» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе Системный анализ, управление и обработка информации и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Системный анализ, управление и обработка информации».

Цель: Целью дисциплины является изучение методов анализа сложных систем, а также методов и принципов системного анализа.

Задачи:

1. Знание принципов системного анализа и методов описания систем с помощью математических моделей.
2. Изучение методов анализа систем.
3. Изучение методов проектирования систем с различными свойствами.
4. Знание основных методов системного анализа.

Интерактивные формы обучения составляют 36 часов и включают в себя диспуты, проблемные лекции и практические занятия.

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины:

Общепрофессиональные компетенции:

- владение научно-предметной областью знаний (ОПК-5),

Профессиональные компетенции:

- способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой построения и исследования методов и средств проектирования систем управления техническими объектами; владеть методами проведения натуральных и модельных экспериментов (ПК-1),

- готовность применять современные методы обработки и интерпретации результатов натуральных и модельных экспериментов при проведении научных и прикладных исследований, обобщать полученные результаты (ПК-2),

- способность строить математические модели технических объектов на основе современных математических методов и использовать универсальные программные пакеты для их исследования (ПК-3).

способность учитывать влияние внешних факторов в процессе разработки методов и средств проектирования систем управления техническими объектами (ПК-5).

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

- **знать:** научно-предметную область знаний в части управления техническими системами, основные положения междисциплинарного подхода и методы проведения натуральных и модельных экспериментов, современные методы обработки и интерпретации результатов натуральных и модельных экспериментов при проведении исследований, современные методы описания технических объектов математическими моделями и программные средства для их исследования, способы учета влияния внешних факторов в процессе разработки методов и средств проектирования.

- **уметь:** использовать методы и технологии управления техническими системами, применять положения междисциплинарного подхода при построении и исследовании методов и средств проектирования систем управления техническими объектами, применять современные методы обработки и интерпретации результатов натуральных и модельных экспериментов, описывать технические объекты математическими моделями и применять программные средства для их исследования, учитывать влияние внешних факторов в процессе разработки методов и средств проектирования систем управления техническими объектами.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАС.)

МОДУЛЬ 1. Системный анализ (12 час.)

Раздел I. Системный подход (8 час.)

Тема 1. Основные понятия системного подхода (2 час).

Определение системного подхода, примеры несистемного подхода. Принципы системного подхода: принцип эмергентности, принцип целостности, принцип иерархичности, принцип множественности. Классификация моделей.

Проблемные вопросы. Свяжите принципы системного подхода с философскими категориями, объясните их взаимосвязь. Без какого этапа задача векторной оптимизации не может быть решена? В чем состоит нормализация критериев?

Тема 2. Векторная оптимизация (2 часа).

Постановка задачи векторной оптимизации. Область Парето, виды сверток критериев, нормализация критериев, ранжирование критериев.

Тема 3. Элементы нечеткой логики (4 часа).

Нечеткие множества, операции над ними. Понятие лингвистической переменной. Использование нечеткой логики для решения прикладных задач.

Диспут: Понятия теории вероятностей и нечеткой логики имеют ряд общих черт; предлагается выделить эти общие черты, сформулировать отличительные черты и определить области использования каждой теории.

Раздел II. Математические модели сложных систем (4 час.)

Тема 1. Методы теории планирования эксперимента (2 час).

Матрица планирования, ее свойства. Построение линейной модели и ее анализ. Построение нелинейной модели и ее анализ. Поиск оптимума методами теории планирования эксперимента.

Тема 2. Линейные и нелинейные математические модели (2 час).

Построение линейной модели. Выбор переменных для описания системы. Построение описывающих систему матриц. Преобразование подобия линейной системы. Преобразование полученной нелинейной модели к модели с разделенными линейной и нелинейной частями. Построение математического описания нелинейной системы в виде логико-динамической модели.

МОДУЛЬ 2. Методы анализа сложных систем (8 час.)

Раздел I. Анализ наблюдаемости и управляемости (4 час.)

Тема 1. Анализ наблюдаемости и управляемости линейных систем (2 час).

Построение матрицы наблюдаемости системы, анализ наблюдаемости. Построение матрицы управляемости системы, анализ управляемости.

Тема 2. Анализ наблюдаемости и управляемости нелинейных систем (2 час).

Преобразование нелинейной систем к логико-динамическому виду, построение матрицы наблюдаемости нелинейной системы, анализ наблюдаемости. Преобразование нелинейной систем к логико-динамическому виду, построение матрицы управляемости системы, анализ управляемости.

Дискуссия: Понятия наблюдаемости и управляемости линейных систем являются дуальными; как эту дуальность можно использовать при решения различных задач?

Раздел II. Анализ устойчивости (4 час.)

Тема 1. Устойчивость дискретных и непрерывных линейных систем (2 час).

Вывод уравнения для переходной матрицы, анализ полученного уравнения.

Тема 2. Устойчивость дискретных нелинейных наблюдателей состояния(2 час).

Вывод уравнения для ошибки оценивания, анализ полученного уравнения.

МОДУЛЬ 3. Проектирование сложных систем (16 час.)

Раздел I. Канонические формы линейных и нелинейных систем (4 час.)

Тема 1. Каноническая форма линейных ненаблюдаемых и неуправляемых систем (2 час).

Анализ матрицы наблюдаемости линейной системы, построение матрицы преобразования подобия, построение матриц канонической формы. Анализ матрицы управляемости линейной системы, построение матрицы преобразования подобия, построение матриц канонической формы.

Тема 2. Каноническая форма Кронекера и Жордана (2 час).

Определение собственных чисел матрицы, построение матриц канонической формы. Определение собственных чисел матрицы, построение матрицы преобразования подобия, построение матриц канонической формы.

Диспут: Различные канонические формы играют важную роль при решении различных задач теории систем. Предлагается рассмотреть несколько таких задач и выбрать каноническую форму, наиболее подходящую в рассматриваемом случае.

Раздел II. Инвариантность и робастность (4 час.)

Тема 1. Инвариантность (2 час).

Понятие инвариантности, ее роль в различных разделах математики, физики, техники.

Проблемные вопросы. Какие примеры инвариантов Вы знаете из школьного курса физики? Чем характерно сингулярное разложение матрицы?

Тема 2. Робастность (2 час).

Робастность как минимальная чувствительность к внешним возмущениям. Методы достижения робастности.

Раздел III. Развязка от внешних возмущений. (4 час.)

Тема 1. Полная развязка (2 час).

Общая идея обеспечения полной развязки с помощью обратных связей, вывод основных соотношений.

Тема 2. Частичная развязка (2 час).

Общая идея обеспечения частичной развязки с помощью обратных связей, методы ее достижения.

Раздел IV. Наблюдатели и фильтры Калмана (4 час.)

Тема 1. Наблюдатели, их назначение и роль в решении различных задач. (2 час).

Построение линейных наблюдателей. Использование логико-динамического подхода при построении нелинейных наблюдателей.

Тема 2. Фильтры Калмана (2 час).

Построение фильтра Калмана. Назначение фильтра Калмана, вывод основных соотношений, анализ работы. Применения фильтров Калмана. Фильтры Калмана в задачах управления, использование фильтров Калмана в задачах диагностики.

Диспут: Наблюдатели и фильтры Калмана предназначены для решения близких по типу задач; как можно определить общие моменты у наблюдателей и фильтров Калмана и то, что их отличает с точки зрения практики.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

КУРСА (18 час.)

Практические занятия

Занятие 1. Решение задач на векторную оптимизацию. (2 час.)

1. Построение основных моделей.
2. Определение оптимального периода проверки аппаратуры искусственного спутника
3. Анализ формул.

Занятие 2. Решение задач по теории планирования эксперимента. (2 час.)

1. Линейные планы.
2. Вывод основных соотношений для построения линейных моделей.

3. Нелинейные планы.
4. Вывод основных соотношений для построения квадратичных моделей.

5. Дробные факторные планы.
6. Анализ полученных результатов.

Занятие 2. Решение задач на приложения нечеткой логики. (2 час.)

1. Постановка задачи.
2. Определение необходимых лингвистических переменных.
3. Построение функций принадлежности.
4. Анализ полученного решения.

Проблемные вопросы. Чем понятие лингвистической переменной отличается от классического определения? Выбор функций принадлежности в значительной степени субъективен; какими критериями можно пользоваться при ее назначении?

Занятие 3. Построение моделей заданных линейных и нелинейных систем. (4 час.)

1. Анализ заданных линейной и нелинейных систем.
2. Определение переменных векторов состояния, входов и выходов.
3. Построение функций динамики и выходов.
4. Анализ построенных моделей.

Проблемные вопросы. Каким образом преобразование подобия связано с выбором вектора состояния системы? В чем состоит преимущество логико-динамического подхода перед другими подходами к исследованию нелинейных систем?

Занятие 4. Анализ наблюдаемости и управляемости заданных систем. (2 час.)

1. Построение моделей заданных линейной и нелинейной систем.
2. Построение матрицы наблюдаемости.
3. Построение матрицы управляемости.
4. Заключение о наблюдаемости и управляемости заданных систем.

5. Анализ дополнительных соотношений для нелинейных систем.

Проблемные вопросы. Как можно неформально объяснить процедуру анализ наблюдаемости на основе матрицы наблюдаемости? Как можно неформально объяснить процедуру анализ управляемости на основе матрицы управляемости? Как можно неформально объяснить процедуру анализ наблюдаемости нелинейной системы на основе матрицы наблюдаемости?

Занятие 5. Построение канонических форм для заданных систем. (2 час.)

1. Построение моделей заданных линейной и нелинейной систем.
2. Построение канонические формы Кронекера.
3. Построение канонические формы Жордана.
4. Анализ построенных канонических форм.

Проблемные вопросы. Как объяснить структуру связей канонической формы линейной ненаблюдаемой системы? Как объяснить структуру связей канонической формы линейной неуправляемой системы? Чем характерна структура канонической формы Кронекера? Чем характерна структура канонической формы Жордана?

Занятие 6. Анализ устойчивости заданных дискретных и непрерывных линейных систем. (2 час.)

- 1 Построение моделей заданных линейных систем.
- 2 Построение характеристического полинома.
- 3 Анализ корней характеристического полинома.
- 4 Заключение об устойчивости заданных систем.

Проблемные вопросы. Как можно неформально объяснить процедуру анализ управляемости нелинейной системы на основе матрицы управляемости? В чем разница между переходными матрицами дискретных и непрерывных линейных систем?

Занятие 7. Построение робастных наблюдателей состояний. (2 час.)

1. Построение моделей заданных линейной и нелинейной систем.
2. Задание внешних возмущений.

3. Построение робастных наблюдателей, инвариантных к заданным возмущениям.

4. Анализ и сравнение построенных наблюдателей.

Проблемные вопросы. Каково основное назначение наблюдателей? Что происходит на этапах экстраполяции и коррекции фильтры Калмана? Каково основное назначение фильтров Калмана?

Занятие 8. Проектирование системы с полной и частичной развязкой от внешних возмущений. **(2 час.)**

1. Построение моделей заданных линейной и нелинейной систем.

2. Задание внешних возмущений.

3. Построение обратных связей, обеспечивающих полную и частичную развязки.

4. Анализ и сравнение построенных систем.

Проблемные вопросы. Как связаны инвариантность и полная развязка? Объясните взаимосвязь между полной и частичной развязкой.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Привести общее определение математической модели.
2. Непрерывные и дискретные математические модели.
3. Способ построения линейной модели.
4. Как строится логико-динамическая модель.
5. В чем состоит суть системного подхода.
6. Назовите и объясните принципы системного подхода.
7. Объясните постановку задачи векторной оптимизации.
8. Без чего не может быть решена задача векторной оптимизации.
9. Приведите примеры сверток критериев.
10. В чем состоит нормализация и ранжирование критериев.
11. Объясните понятие лингвистической переменной.
12. Нечеткие множества и основные операции над ними.

13. Объясните понятие наблюдаемости системы.
14. Объясните понятие управляемости системы
15. Дайте критерии наблюдаемости и управляемости линейных систем.
16. Критерии наблюдаемости и управляемости нелинейных систем.
17. Объясните понятие устойчивости системы.
18. Приведите критерии устойчивости линейных систем.
19. Объясните понятие канонической формы системы.
20. Что такое канонические формы Кронекера и Жордана.
21. Объясните понятия инвариантности и робастности.
22. Объясните понятия полной и частичной развязки.
23. Как достигается полной и частичной развязки.
24. Объясните назначение фильтра Калмана.
25. Объясните структуру фильтра Калмана.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: учеб. пособие. – С.-Пб.: Издат. дом «Бизнес Пресса», 2000. – 325 с.
2. Мороз А.И. Курс теории систем. – М.: Высш. школа, 1987. – 304 с.
3. Клименко И.С. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Клименко И.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский новый университет, 2014.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21322>.
4. Силич В.А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Силич В.А., Силич М.П.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011.— 276 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13987>.

5. Козлов В.Н. Системный анализ и принятие решений: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. – 220 с.
<http://window.edu.ru/resource/375/77375>.

Дополнительная и справочная литература

(печатные и электронные издания)

6. Флейшман Б.С. Основы системологии. – М.: Радио и связь, 1982. – 368 с.

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. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Качала В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2012.— 210 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12020>.

9. Волкова В.Н. Теория систем и системный анализ в управлении организациями [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Волкова В.Н., Емельянов А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Финансы и статистика, 2012.— 847 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12450>.

10. Калужский М.Л. Общая теория систем: Курс лекций. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2007. – 144 с. <http://window.edu.ru/resource/678/76678>.