

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Подготовка и сдача кандидатского экзамена по специальности 05.13.01-  
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ**

*(наименование дисциплины)*

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

*(указывается код и наименование направления подготовки)*

НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ):

- Системный анализ, управление и обработка информации (05.13.01)

КВАЛИФИКАЦИЯ: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: Экзамен

*(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)*

Москва – 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании Ученого совета Института:  
Протокол № 4 от 25.04.2018 г.

Согласовано:  
Заведующая отделом  
докторантуры и аспирантуры,  
к.т.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

З.К. Авдеева  
(И.О.Фамилия)

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 09.06.01- Информатика и вычислительная техника.

Целями изучения дисциплины является;

- приобретение знаний, необходимых для решения задач, связанных с разработкой новых методов и средств обработки информации и управления, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования объектов промышленности;
- приобретение навыков работы с программно-техническими комплексами и решение на этой базе практических задач проектирования и эксплуатации и управления объектами и системами в промышленности.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Дисциплина относится к основным дисциплинам вариативного блока программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.) или 72 академических часов, в том числе 36 часа аудиторных занятий и 32 часа самостоятельной работы, 4 часа отводится на итоговый контроль по дисциплине.

Дисциплина носит теоретический характер, является основой для формирования основных профессиональных компетенций аспирантов как исследователей.

Освоение дисциплины базируется на освоении следующих дисциплин ООП:

- Теория автоматического управления
- Оптимальное управление в динамических системах
- Методы дискретной оптимизации и управление проектами

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность самостоятельно проводить научные исследования в области системного анализа, управления и обработки информации, включая теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими с использованием современных методов обработки информации, а также применять получаемые результаты при разработке новых и совершенствовании существующих методов и средств анализа

обработки информации и управления сложными системами, повышения эффективности надежности и качества технических систем (ПК-1).

Аспирант должен:

**Знать:**

- технологию проведения системного анализа процессов и систем различного назначения;
- методы принятия решений для управления организационными и технологическими системами;
- методы и технологии разработки информационного, алгоритмического обеспечения и программного обеспечения интегрированных информационных систем;
- языки программирования и программные среды для создания информационных систем;
- методы обработки информации баз данных и баз знаний;
- методы и программные среды создания интеллектуальных систем управления организационными и технологическими системами;
- методы разработки клиент-серверных приложений.

**Уметь:**

- применять языки программирования и программные среды для создания информационных систем;
- применять методы принятия решений для управления организационными и технологическими системами;
- применять технологии разработки информационного, алгоритмического обеспечения и программного обеспечения интегрированных информационных систем;
- создавать базы данных и базы знаний;
- оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;
- разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые программные средства;
- формулировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач;
- применять теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей систем;
- организовывать и проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование объектов с применением современных средств и методов;
- анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию систем, готовить научные публикации;
- использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом.

**Владеть:**

- навыками применения методов и технологии системного анализа на практике;
- навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента;
- навыками разработки информационного, алгоритмического обеспечения и программного обеспечения интегрированных информационных систем;
- навыками создания интеллектуальных систем управления организационными и технологическими системами;
- навыками подготовки и представления доклада или развернутого выступления по тематике, связанной с направлением научного исследования;
- навыками работы с мировыми информационными ресурсами (поисковыми сайтами, сайтами зарубежных вузов и профессиональных сообществ, электронными энциклопедиями).
- навыками работы в научном коллективе;
- опытом применения современных методов разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем управления;
- технологиями разработки и внедрения программного обеспечения для предприятий и организаций.

## **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Разделы дисциплины и виды занятий**

Структура дисциплины. Перечень разделов дисциплины и распределение времени по темам / лекциям

№ темы и название	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов (трудоемкость в часов)				Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации
	лекции	семинары и практические занятия	самостоятельная работа аспиранта	ИТОГО		
<b>Раздел 1. Основные понятия и задачи системного анализа</b>						
Тема 1. Понятия о системном анализе. Модели систем, классификация систем	2			2		
Тема 2. Методологии и технологии системного анализа	2		2	2		
<b>Раздел 2. Модели и методы принятия решений</b>						
Тема 3. Постановка задач принятия решений. Экспертные методы. Методы многокритериальной оценки альтернатив	2		2	2		
Тема 4. Принятие решений в условиях неопределенности	2		2	2		
Тема 5. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации	2		2	2		
Тема 6. Игра как модель конфликтной ситуации	2		2	2		
<b>Раздел 3. Оптимизация и математическое программирование</b>						
Тема 7. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Локальный и глобальный экстремум	2		2	2		
Тема 8. Задачи стохастического программирования	2		2	2		
Тема 9. Методы и задачи дискретного программирования	2		2	2		
Тема 10. Метод динамического программирования	2		2	2		
<b>Раздел 4. Основы теории управления</b>						
Тема 11. Основные понятия теории управления. Абсолютная устойчивость. Классификация оптимальных систем	2		2	2		
Тема 12. Методы синтеза обратной связи	2		2	2		
Тема 13. Управление в условиях неопределенности	2		2	2		

№ темы и название	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов (трудоемкость в часов)				Формы текущего контроля успеваемости  Формы промежуточной аттестации
	лекции	семинары и практические занятия	самостоятельная работа аспиранта	ИТОГО	
ности					
Тема 14. Классификация дискретных систем автоматического управления	2		2	2	
Тема 15. Элементы теории реализации динамических систем	2		2	2	
<b>Раздел 5. Компьютерные технологии обработки информации</b>					
Тема 16. Общая классификация видов информационных технологий. Понятие информационной системы, банки и базы данных	2		2	2	
Тема 17. Принципы функционирования Internet. Основные сетевые концепции	2			2	
Тема 18. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта	2		2	4	
					Экзамен
<b>Итого</b>	36		32		

## 4.2. Содержание разделов и тем

### Введение

Программа составлена на основе программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.01, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по управлению, вычислительной технике и информатике при участии Института проблем управления РАН, Института системного анализа РАН, Московского государственного института стали и сплавов и Воронежского государственного технического университета.

### Раздел 1. Основные понятия и задачи системного анализа

**Тема 1.** Понятия о системном подходе, системном анализе. Модели систем. Классификация систем.

Понятие системы. Deskриптивные и конструктивные определения системы. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

Базовые модели систем: модель «черного ящика», модель состава, модель структуры. Измерение систем. Оценивание систем в условиях определенности и неопределенности.

Методы декомпозиции систем. Применение стандартных оснований декомпозиции. Методы композиции систем. Модели иерархических многоуровневых систем.

Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.

Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

### **Тема 2. Методологии и технологии системного анализа**

Предмет системного анализа. Принципы комплексности, системности. Этапы системного анализа; анализ ситуации, постановка целей, выработка решений, реализация решений и оценивание результатов. Методы организации экспертиз.

Сущность структурного анализа систем. Методология иерархических содержательных моделей (ИСМ). Методология IDEF0. Сущность логического анализа. Методологии построения дерева целей. Методология анализа иерархий (МАИ).

Понятие технологии системного анализа. Специализированные технологии: CASE-технологии разработки информационных систем, технологии реинжиниринга бизнес-процессов, технологии проектирования технических систем.

### **Раздел 2. Модели и методы принятия решений**

**Тема 3.** Постановка задач принятия решений. Экспертные методы. Методы многокритериальной оценки альтернатив.

Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ.

Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Постулируемые принципы оптимальности (равномерности, справедливой уступки, главного критерия, лексикографического). Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

**Тема 4.** Принятие решений в условиях неопределенности.

Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса—Лапласа, Гермейера, Бернулли—Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса—Лемана и др. Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора.

**Тема 5.** Модели и методы принятия решений при нечеткой информации.

Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

**Тема 6.** Игра как модель конфликтной ситуации.

Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

### **Раздел 3. Оптимизация и математическое программирование**

**Тема 7.** Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Локальный и глобальный экстремум.

Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множе-

ства допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.

Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.

Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна—Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Удзавы. Теорема Куна—Таккера и ее геометрическая интерпретация. Основы теории двойственности в выпуклом программировании. Линейное программирование как частный случай выпуклого. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.

Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука—Дживса, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска.

**Тема 8.** Задачи стохастического программирования.

Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и непрямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регулировки шага.

**Тема 9.** Методы и задачи дискретного программирования.

Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизации на сетях и графах.

**Тема 10.** Метод динамического программирования.

Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

#### **Раздел 4. Основы теории управления**

**Тема 11.** Основные понятия теории управления. Структуры систем управления. Понятие об устойчивости систем управления. Абсолютная устойчивость. Классификация оптимальных систем.

Цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления.

Разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара—Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла—Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.



Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Управление сингулярно-возмущенными системами. Minimax-стабилизация. Игровой подход к стабилизации.  $L_1$ -оптимизация управления. Вибрационная стабилизация. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

**Тема 12.** Методы синтеза обратной связи.

Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазирасщепления. Следящие системы.

Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы. Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).

**Тема 13** Управление в условиях неопределенности.

Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности. Аналитическое конструирование. Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.

**Тема 14.** Классификация дискретных систем автоматического управления. Элементы теории реализации динамических систем.

Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. Z-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.

Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора—Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

Автоколебания нелинейных систем, отображение А. Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость. Теоремы об устойчивости предельных циклов: Андронова—Витта, Кенигса. Существование предельных циклов: теоремы Бендиксона, Дюлока. Дифференциаторы выхода динамической системы. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи. Управление системами с последствием.

**Раздел 5. Компьютерные технологии обработки информации**

**Тема 15.** Определение и общая классификация видов информационных технологий. Понятие информационной системы, банки и базы данных.

Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов. Создание и обработка текстовых файлов и документов с использованием текстовых редакторов и процессоров. Программные средства создания и обработки электронных таблиц. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).

Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы). Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный

язык баз данных SQL. Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.).

**Тема 16.** Основные сетевые концепции. Принципы функционирования Internet.

Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС. Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схематика и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности. Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.

Типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии. Адресация в сети Internet. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы). Базовые понятия VRML. Организация сценариев отображения и просмотра HTML документов с использованием объектно-ориентированных языков программирования.

Представление звука и изображения в компьютерных системах. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации. Форматы представления звуковых и видеофайлов. Оцифровка и компрессия. Программные средства записи, обработки и воспроизведения звуковых и видеофайлов. Мультимедиа в вычислительных сетях.

**Тема 18.** Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта.

Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы. Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний. Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

### **6.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении освоения дисциплины. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос.

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний и развитие практических умений аспиранта по компетенциям программы.

### **6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется в конце полугодия и завершает изучение дисциплины. Форма аттестации – кандидатский экзамен проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы в письменном виде. Порядок проведения кандидатского экзамена:

1. Аспирант совместно с научным руководителем формирует программу кандидатского экзамена по специальности, в которой 2/3 контрольных вопросов выбираются из раздела 6.3. данной Программы и 1/3 контрольных вопросов соответствует тематике научных исследований аспиранта.
2. Программа кандидатского экзамена согласовывается заведующим отдела докторантуры и аспирантуры и утверждается директором или заместителем директора на науке.
3. Кандидатский экзамен проводится утвержденной экзаменационной комиссией и оформляется протоколом заседания комиссии по приему кандидатского экзамена по трем теоретическим вопросам из программы кандидатского экзамена.

4. Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена. Продолжительность экзамена не более трех часов.
5. Ответ на каждый вопрос оценивается по пятибалльной (0–5). Итоговая оценка выставляется по пятибалльной шкале («неудовлетворительно» – «отлично») на основании оценок ответов на три вопроса. Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за кандидатский экзамен в целом.

### **6.3. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:**

#### **Контрольные вопросы к разделу 1. Основные понятия и задачи системного анализа**

1. Понятия о системном подходе, системном анализе.
2. Выделение системы из среды, определение системы.
3. Системы и закономерности их функционирования и развития.
4. Управляемость, достижимость, устойчивость.
5. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.
6. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.
7. Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.
8. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

#### **Контрольные вопросы к разделу 2. Модели и методы принятия решений**

9. Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.
10. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы.
11. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений.
12. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.
13. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ.
14. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов.
15. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности.
16. Аксиоматические методы многокритериальной оценки.
17. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев.
18. Постулируемые принципы оптимальности (равномерности, справедливой уступки, главного критерия, лексикографический). Методы аппроксимации функции полезности.

19. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости.
20. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).
21. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса-Лапласа, Гермейера, Бернулли-Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса-Лемана и др.
22. Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ.
23. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора.
24. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование.
25. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. 3
26. задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением.
27. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.
28. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры.
29. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях.
30. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

### **Контрольные вопросы к разделу 3.**

#### **Оптимизация и математическое программирование**

31. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция.
32. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.
33. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств.
34. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи.

35. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений.
36. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.
37. Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств.
38. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.
39. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций.
40. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера.
41. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.
42. Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений.
43. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Удзавы. Теорема Куна-Таккера и ее геометрическая интерпретация.
44. Основы теории двойственности в выпуклом программировании. Линейное программирование как частный случай выпуклого.
45. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.
46. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости.
47. Методы первого порядка. Градиентные методы.
48. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы.
49. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных.
50. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций.
51. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.
52. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования.
53. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации.
54. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска.

55. Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не прямые методы.
56. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска.
57. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регуляции шага.
58. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори.
59. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизация на сетях и графах.
60. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

#### **Контрольные вопросы к разделу 4. Основы теории управления**

61. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.
62. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления.
63. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы.
64. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.
65. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.
66. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара-Шипара, Гурвица, Михайлова.
67. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина.
68. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.
69. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации.
70. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы.
71. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

72. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.
73. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квази-расщепления. Следящие системы.
74. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.
75. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.
76. Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).
77. Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.
78. Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности.
79. Аналитическое конструирование. Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.
80. Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы.
81. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.
82. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами.
83. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.
84. Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора-Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.
85. Элементы теории реализации динамических систем.
86. Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации.
87. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.
88. Автоколебания нелинейных систем, отображение А. Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость. Теоремы об устойчивости предельных циклов: Андронова-Витта, Кенигса. Существование предельных циклов: теоремы Бендиксона, Дюлока.
89. Дифференциаторы выхода динамической системы.
90. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи.
91. Управление системами с последействием.

92. Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование.
93. Управление сингулярно-возмущенными системами.
94.  $H^2$  - и  $H^\infty$  -стабилизация. Minimax-стабилизация.
95. Игровой подход к стабилизации.  $L_1$ -оптимизация управления. Вибрационная стабилизация.
96. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

### **Контрольные вопросы к разделу 5.**

#### **Компьютерные технологии обработки информации**

97. Определение и общая классификация видов информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.
98. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов.
99. Создание и обработка текстовых файлов и документов с использованием текстовых редакторов и процессоров. Программные средства создания и обработки электронных таблиц.
100. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).
101. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных.
102. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).
103. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL. Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных др.).
104. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.
105. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.
106. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС.
107. Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схемотехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.



108. Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.
109. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии. Адресация в сети Internet. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы.
110. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы). Базовые понятия VRML. Организация сценариев отображения и просмотра HTML документов с использованием объектно-ориентированных языков программирования.
111. Представление звука и изображения в компьютерных системах. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации. Форматы представления звуковых и видео файлов. Оцифровка и компрессия. Программные средства записи, обработки и воспроизведения звуковых и видеофайлов. Мультимедиа в вычислительных сетях.
112. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.
113. Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний. Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний.
114. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
2. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990.
3. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
4. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. М.: Наука, 1997.
5. Теория автоматического управления. Ч. 1 и 2 / Под ред. А.А. Воронова. М: Высшая школа, 1986.
6. Методы классической и современной теории автоматического управления: Уч. в 3-х т. М.: Изд. МГТУ, 2000.
7. Базы данных: Уч. для высших и средних специальных заведений. / Под ред. А.Д. Хомоненко. СПб.: Корона принт-2000, 2000.
8. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
9. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука, 1996.
10. Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем. М.: Наука, 1985.
11. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977.

### **Дополнительная литература**

1. Попов Е.Н. Теория нелинейных систем автоматического управления. М.: Наука, 1988.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.
4. 3. Саати Т., Керыс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991.

### **Электронные ресурсы**

## **7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Необходимое оборудование для лекций и практических занятий: компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система)

Необходимое программное обеспечение: офисные приложения.

Обеспечение самостоятельной работы: Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных:

- <http://www.mtas.ru>

- <http://www.mtas.ru/search/libraryofcontrol.php>

- <http://www.ipu.ru/pubs>

## 7. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для *слабовидящих*:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для *глухих и слабослышащих*:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для *лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

