

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» аспирантам очной формы обучения по программе подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре, научная специальность 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» от 20 октября 2021 года № 951;.
2. Паспорт научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.
3. Рабочие учебные планы подготовки аспирантов ИПС им. А.К. Айламазяна РАН по программе подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре, научная специальность 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Программа одобрена Ученым советом ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (протокол № 6 от 17 октября 2023 года).

Разработал д.т.н., проф. А.М. Цирлин

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций в области системного анализа, управления и обработки информации, статистики на основе углубленного изучения теории в области методов и средств анализа и обработки информации, управления сложными системами с целью повышения эффективности, надежности и качества функционирования технических систем.

Основные задачи:

- формирование навыков в области теории системного анализа, управления и обработки информации, статистики;
- изучение основных методов научных исследований в области анализа структурно-сложных систем, сбора, передачи, обработки и хранения информации, оптимизации управления сложными системами.

2 Место дисциплины в структуре программы подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре

Дисциплина «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» включена в образовательный компонент программы. Шифр дисциплины – ОЗ.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского экзамена.

Блок	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Часы			
			Общая	В том числе		
	Аудиторная	СР				
Образовательный компонент	3,4	4	144	24	120	Экзамен кандидатский
ИТОГО		4	144	24	120	Экзамен кандидатский

3. Требования к результатам освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции
1	Способность выявлять проблемные места в области системного анализа, управления и обработки информации; формулировать проблемы для исследования; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач; выстраивать научный аппарат исследования; строить модели исследуемых процессов или явлений.
2	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
3	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
4	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий
5	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

4.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 3,4 семестрах.

Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)					Вид итогового контроля	
	Всего	Всего аудит.	Из аудиторных				Самост. работа
			Лек.	Пр.	Лаб..		
Системный анализ, управление и обработка информации, статистика	144	24	24	-	-	120	Экзамен кандидатский

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Пр.	Лаб..	
1.	Основные понятия и задачи системного анализа	2			12
2	Модели и методы принятия решений	6			24
3	Оптимизация и математическое программирование	6			24
4	Основы теории управления	6			36
5	Компьютерные технологии обработки информации	6			24
Итого		24			120

4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Основные понятия и задачи системного анализа	Понятие системы. Замкнутые и открытые системы, управляемые системы, переменные состояния и управляющие воздействия. Понятия о управляемости и наблюдаемости систем. Понятие о состоянии равновесия и его устойчивости. Понятие грубости математической модели системы. Основные задачи системного анализа.	Лекции
2	Модели и методы решений	Основные этапы постановки задачи принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы их решения. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Многокритериальные задачи. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Методы свертки критериев. Характеристики приоритета критериев.	Лекции
3	Оптимизация и математическое программирование	Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. 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	Лекции

		<p>полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования.</p> <p>Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Выпуклые оболочки множеств и функций.</p> <p>Задача нелинейного программирования в детерминированной постановке. Метод Лагранжа. Теорема Куна- Таккера. Ее геометрическая интерпретация для ограничений в форме равенств и в форме неравенств.</p> <p>Вырожденные решения задачи нелинейного программирования и условия ее выпуклости.</p> <p>Постановка, геометрический смысл и алгоритмы решения задачи линейного программирования. Симплекс-метод.</p> <p>Геометрическая интерпретация двойственных переменных в задачах линейного и нелинейного программирования.</p> <p>Зависимость оптимальных решений задач линейного и нелинейного программирования от параметров.</p> <p>Задача геометрического программирования. Постановка и алгоритм решения.</p> <p>Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций.</p> <p>Теорема о седловой точке. Матрица Гессе.</p> <p>Понятие о негладкой выпуклой оптимизации.</p> <p>Субдифференциал.</p>	
4	Основы теории управления	<p>Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Типы структурных соединений подсистем. Принцип обратной связи.</p> <p>Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.</p> <p>Основные задачи теории управления: системы стабилизации, следящие системы, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.</p> <p>Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики, передаточные функции.</p> <p>Типовые динамические звенья и их характеристики. Чистое запаздывание.</p> <p>Понятие об устойчивости состояния равновесия в системах управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость.</p> <p>Функции Ляпунова. Достаточное условие устойчивости состояния равновесия..</p> <p>Условия физической реализуемости линейной динамической системы.</p> <p>Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Гурвица, Михайлова, Найквиста. Запаздывание в линейных системах.</p> <p>Понятие робастности систем. Условия робастной устойчивости.</p> <p>Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина.</p> <p>Методы синтеза обратной связи. Понятия управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости. Дуальность управляемости и наблюдаемости.</p>	Лекции
5	Компьютерные технологии обработки информации	<p>Понятие информационной системы, модели информационных процессов и информационных систем. Универсальный язык моделирования UML.</p> <p>Базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД.</p>	Лекции

	<p>Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, избыточность, ограничения, ER-диаграммы).</p> <p>Язык SQL. Примеры операций определения данных DDL и операций манипулирования данными DML.</p> <p>NoSQL БД, объектно-ориентированные базы данных.</p> <p>Распределенная обработка данных. Распределенные БД.</p> <p>Нейронные сети. Методы обучения нейронных сетей.</p> <p>Нечеткие множества. Лингвистические переменные. Нечеткие правила вывода. Системы нечеткого вывода Мамдани-Заде.</p> <p>Нечеткие сети TSK (Такаги-Сугено-Канга). Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей.</p> <p>Машинная графика. Средства поддержки машинной графики.</p> <p>Графические пакеты. Основные понятия и определения диалогового взаимодействия. Синхронный, асинхронный способы взаимодействия. Состав и структура диалоговой системы (ДС). Классификация ДС. Организация вычислительного процесса в ДС. Графический и телекоммуникационный методы доступа. Информационное обеспечение диалога.</p>	
--	---	--

4.3 Практические занятия (семинары)

Учебным планом не предусмотрено.

4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» составляет 120 часов.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Количество часов
1	2	3
1	Системы в условиях неопределенности. Детерминированное и вероятностное описание. Примеры. Макросистемы, их особенности, примеры макросистем, интенсивные и экстенсивные переменные.	12
2	Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ). Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Концепции группового выбора. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Принятие решений в минимаксных задачах. Игра как модель конфликтной ситуации. Существование седловой точки.	24

	Чистые и смешанные стратегии в теории игр. Функция потерь при смешанных стратегиях.	
3	<p>Классификация численных методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы.</p> <p>Численные методы оптимизации второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов и параллельных касательных. Методы покоординатного спуска, , сопряженных направлений. Методы деформируемых многогранников</p> <p>Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. 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. Задачи и методы стохастической аппроксимации. Условия сходимости. Связь методов стохастической аппроксимации с теорией машинного обучения распознаванию образов.</p> <p>Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизация на сетях и графах.</p> <p>Постановка и алгоритмы решения задачи коммивояжера.</p> <p>Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.</p>	24
4	<p>Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления. Степень устойчивости линейных систем. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования систем с релейной обратной связью. Двухпозиционное регулирование.</p> <p>Системы с регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.</p> <p>Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости.</p> <p>Импульсные динамические системы. Решетчатые функции. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.</p> <p>Фазовые портреты линейных и нелинейных динамических систем. Линии переключения.</p> <p>Типы фазовых портретов для линейной системы второго порядка.</p> <p>Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.</p> <p>Автоколебания нелинейных систем, отображение А.Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость.</p> <p>Метод гармонического баланса. Эквивалентные частотные характеристики нелинейных элементов.</p> <p>Методы оптимального управления. Постановки задач . типы критериев оптимальности и связей между искомыми переменными.</p> <p>Локализация и расширение задач оптимального управления. Уравнение Эйлера,</p> <p>Задача управления объектами, описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями. Принцип максимума Понтрягина. Достаточные условия оптимальности Кротова. Управления, содержащие импульсные составляющие.</p> <p>Задачи управления с неограниченным линейно входящим управлением. Метод кратных максимумов.</p> <p>Усредненные задачи нелинейного программирования. Примеры. Условия оптимальности. Функция достижимости и ее выпуклая оболочка.</p> <p>Дифференциально-геометрические методы в теории управления. Методы исследования управляемости: критерий Калмана, локальная</p>	36

	<p>управляемость нелинейных систем, ранговое условие управляемости, теорема Нагано-Суссмана об орбите, теорема Рашевского-Чжоу, теорема Кренера.</p> <p>Условия существования оптимального управления, теорема Филиппова.</p> <p>Инвариантная формулировка принципа максимума Понтрягина на многообразиях.</p> <p>Задачи субримановой геометрии: принцип максимума Понтрягина, левоинвариантные субримановы задачи на группах Ли.</p>	
5	<p>Иерархическая организация компьютерных сетей (понятия протокола, иерархии протоколов, сервис и интерфейсы, архитектуры сети), классификация транспортных сред (способы коммутации данных, типы каналов, топология среды), классификация компьютерных сетей (локальные сети, городские сети, региональные сети). Требования, предъявляемые к современным компьютерным сетям (производительность, надежность, безопасность, расширяемость, масштабируемость, управляемость, совместимость).</p> <p>Эталонная модель OSI ISO: понятие открытой системы, основные понятия модели, распределение функций сети между уровнями модели (физический, канальный, сетевой, транспортный, сессии, представления, приложений). Модель TCP/IP.</p> <p>Принципы организации и основные протоколы функционирования приложений: DNS, FTP, Электронная почта, SNMP протокол, WWW.</p> <p>Основы архитектуры операционных систем. Базовые понятия -процесс, ресурс. Физические, виртуальные (логические) ресурсы. Структура ОС. Ядро. Системные вызовы. Структурная организация ОС. Логические функции ОС. Прерывания, обработка прерываний.</p> <p>Файловые системы. Файлы, структурная организация файлов. Атрибуты файлов. Типовые программные интерфейсы работы с файлами. Структура файловой системы, подходы в практической реализации. Модели реализации файлов. Понятие индексного узла (дескриптора). Модели реализации каталогов. Квотирование пространства файловой системы. Надежность файловой системы, целостность файловой системы. Распределенные файловые системы.</p> <p>Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и мультиагентной архитектур.</p> <p>Основные управляющие конструкции в современных языках программирования. Процедуры (функции): вызов процедур, способы передачи параметров, локализация переменных, побочные эффекты. Понятие исключительной ситуации. Обработка исключительных ситуаций. Понятие модуля, раздельная трансляция (зависимая и независимая). Средства инкапсуляции данных. Абстрактные типы данных.</p> <p>Основные принципы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и его реализация в современных языках программирования. Объекты (основные свойства и отличительные признаки). Наследование. Полиморфизм. Динамическое связывание методов. Абстрактные классы и интерфейсы. Понятие о родовых модулях и шаблонах. Обобщенное программирование.</p> <p>Язык разметки данных XML, формат JSON. Программирование WEB интерфейсов.</p> <p>Методы представления знаний в системах искусственного интеллекта (ИИ): процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукций. Метазнания в системах ИИ. Базы знаний. Приобретение (извлечение) знаний.</p> <p>Открытость знаний системы ИИ. Понятие о генетических алгоритмах. Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы: объяснения, общения, приобретения знаний ЭС.</p>	24
	Итого	120

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

Образцы оценочных средств для проведения текущего контроля в виде тестов

Тесты к разделу 1:

Вопрос 1: Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость.

Вопрос 2: Модели описания сложных систем.

Тесты к разделу 2:

Вопрос 1: Методы получения экспертной информации..

Вопрос 2: Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр.

Тесты к разделу 3:

Вопрос 1: Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи.

Вопрос 2: . Задачи оптимизация на сетях и графах.

Тесты к разделу 4:

Вопрос 1: Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.

Вопрос 2: Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову.

Тесты к разделу 5:

Вопрос 1: Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний.

Вопрос 2: Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (экзамен)

1. Основные понятия и задачи системного анализа

1.1. Понятие системы. Замкнутые и открытые системы, Управляемые системы, переменные состояния и управляющие воздействия. Понятия о управляемости и наблюдаемости систем. Понятие о состоянии равновесия и его устойчивости. Понятие грубости математической модели системы.

1.2. Системы в условиях неопределенности. Детерминированное и вероятностное описание. Примеры.

1.3. Макросистемы, их особенности, примеры макросистем, интенсивные и экстенсивные переменные.

1.4. Основные задачи системного анализа.

2. Модели и методы принятия решений

2.1. Основные этапы постановки задачи принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы их решения.

2.2. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации.

2.3. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов.

2.4. Многокритериальные задачи. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Методы свертки критериев. Характеристики приоритета критериев.

2.5. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

2.6. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений.

2.7. Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Концепции группового выбора.

2.8. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование.

2.9. Принятие решений в минимаксных задачах. Игра как модель конфликтной ситуации. Существование седловой точки.

2.10. Чистые и смешанные стратегии в теории игр. Функция потерь при смешанных стратегиях.

3. Оптимизация и математическое программирование

3.1. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

3.2. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования.

3.4. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Выпуклые оболочки множеств и функций.

3.5. Задача нелинейного программирования в детерминированной постановке. Метод Лагранжа. Теорема Куна- Таккера. Ее геометрическая интерпретация для ограничений в форме равенств и в форме неравенств.

3.6. Вырожденные решения задачи нелинейного программирования и условия ее выпуклости.

3.7. Постановка, геометрический смысл и алгоритмы решения задачи линейного программирования. Симплекс-метод.

3.8. Геометрическая интерпретация двойственных переменных в задачах линейного и нелинейного программирования. Зависимость оптимальных решений задач линейного и нелинейного программирования от параметров.

3.9. Задача геометрического программирования. Постановка и алгоритм решения.

3.10. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Матрица Гессе.

3.11. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.

3.12. Классификация численных методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы.

3.13. Численные методы оптимизации второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов и параллельных касательных.

3.14. Методы покоординатного спуска, сопряженных направлений. Методы деформируемых многогранников

3.15. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Метод проекции градиента. Метод условного градиента.

3.16. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций.

3.17. Задачи и методы стохастической аппроксимации. Условия сходимости. Связь методов стохастической аппроксимации с теорией машинного обучения распознаванию образов.

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

3.19. Постановка и алгоритмы решения задачи коммивояжера.

3.20. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

4. Основы теории управления

4.1. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Типы структурных соединений подсистем. Принцип обратной связи.

4.2. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.

4.3. Основные задачи теории управления: системы стабилизации, следящие системы, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.

4.4. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики, передаточные функции.

4.5. Типовые динамические звенья и их характеристики. Чистое запаздывание.

4.6. Понятие об устойчивости состояния равновесия в системах управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость.

4.7. Функции Ляпунова. Достаточное условие устойчивости состояния равновесия..

4.8. Условия физической реализуемости линейной динамической системы.

4.9. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Гурвица, Михайлова, Найквиста. Запаздывание в линейных системах.

4.10. Понятие робастности систем. Условия робастной устойчивости.

4.11. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина.

4.12 Методы синтеза обратной связи. Понятия управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости. Дуальность управляемости и наблюдаемости.

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

4.14. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования систем с релейной обратной связью. Двухпозиционное регулирование.

4.15. Системы с регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.

4.16. Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости.

4.17. Импульсные динамические системы. Решетчатые функции. ZET-преобразование

решетчатых функций и его свойства.

4.18. Фазовые портреты линейных и нелинейных динамических систем. Линии переключения.

4.19. Типы фазовых портретов для линейной системы второго порядка.

4.20. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

4.21. Автоколебания нелинейных систем, отображение А.Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость.

4.22. Метод гармонического баланса. Эквивалентные частотные характеристики нелинейных элементов.

4.23. Методы оптимального управления. Постановки задач. типы критериев оптимальности и связей между искомыми переменными.

4.24.. Локализация и расширение задач оптимального управления. Уравнение Эйлера,

4.25. Задача управления объектами, описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями. Принцип максимума Понтрягина.

4.26. Достаточные условия оптимальности Кротова. Управления, содержащие импульсные составляющие.

4.27. Задачи управления с неограниченным линейно входящим управлением. Метод кратных максимумов.

4.28. Усредненные задачи нелинейного программирования. Примеры. Условия оптимальности. Функция достижимости и ее выпуклая оболочка.

4.29. Дифференциально-геометрические методы в теории управления. Методы исследования управляемости: критерий Калмана, локальная управляемость нелинейных систем, ранговое условие управляемости, теорема Нагано-Суссмана об орбите, теорема Рашевского-Чжоу, теорема Кренера.

4.30. Условия существования оптимального управления, теорема Филиппова.

4.31. Инвариантная формулировка принципа максимума Понтрягина на многообразиях.

4.32. Задачи субримановой геометрии: принцип максимума Понтрягина, левоинвариантные субримановы задачи на группах Ли.

5. Компьютерные технологии обработки информации

5.1 Понятие информационной системы, модели информационных процессов и информационных систем. Универсальный язык моделирования UML.

5.2 Базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД.

5.3 Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, избыточность, ограничения, ER-диаграммы).

5.4 Язык SQL. Примеры операций определения данных DDL и операций манипулирования данными DML.

5.5 NoSQL БД, объектно-ориентированные базы данных.

5.6 Распределенная обработка данных. Распределенные БД.

5.7. Иерархическая организация компьютерных сетей (понятия протокола, иерархии протоколов, сервис и интерфейсы, архитектуры сети), классификация транспортных сред (способы коммутации данных, типы каналов, топология среды), классификация компьютерных сетей (локальные сети, городские сети, региональные сети). Требования, предъявляемые к современным компьютерным сетям (производительность, надежность, безопасность, расширяемость, масштабируемость, управляемость, совместимость).

5.8. Эталонная модель OSI ISO: понятие открытой системы, основные понятия модели, распределение функций сети между уровнями модели (физический, канальный, сетевой, транспортный, сессии, представления, приложений). Модель TCP/IP.

5.9. Принципы организации и основные протоколы функционирования приложений: DNS, FTP, Электронная почта, SNMP протокол, WWW.

5.10. Основы архитектуры операционных систем. Базовые понятия -процесс, ресурс. Физические, виртуальные (логические) ресурсы. Структура ОС. Ядро. Системные вызовы. Структурная организация ОС. Логические функции ОС. Прерывания, обработка прерываний.

5.11. Файловые системы. Файлы, структурная организация файлов. Атрибуты файлов. Типовые программные интерфейсы работы с файлами. Структура файловой системы, подходы в практической реализации. Модели реализации файлов. Понятие индексного узла (дескриптора). Модели реализации каталогов. Квотирование пространства файловой системы. Надежность файловой системы, целостность файловой системы. Распределенные файловые системы.

5.12. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и мультиагентной архитектур.

5.13. Основные управляющие конструкции в современных языках программирования. Процедуры (функции): вызов процедур, способы передачи параметров, локализация переменных, побочные эффекты. Понятие исключительной ситуации. Обработка исключительных ситуаций. Понятие модуля, раздельная трансляция (зависимая и независимая). Средства инкапсуляции данных. Абстрактные типы данных.

5.14. Основные принципы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и его реализация в современных языках программирования. Объекты (основные свойства и отличительные признаки). Наследование. Полиморфизм. Динамическое связывание методов. Абстрактные классы и интерфейсы. Понятие о родовых модулях и шаблонах. Обобщенное программирование.

5.15. Язык разметки данных XML, формат JSON. Программирование WEB интерфейсов.

5.16. Методы представления знаний в системах искусственного интеллекта (ИИ): процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукций. Метазнания в системах ИИ. Базы знаний. Приобретение (извлечение) знаний. Открытость знаний системы ИИ. Понятие о генетических алгоритмах.

5.17. Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы: объяснения, общения, приобретения знаний ЭС.

5.18. Нейронные сети. Методы обучения нейронных сетей.

5.19. Нечеткие множества. Лингвистические переменные. Нечеткие правила вывода. Системы нечеткого вывода Мамдани-Заде. Нечеткие сети TSK (Такаги-Сугено-Канга). Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей.

5.20. Машинная графика. Средства поддержки машинной графики. Графические пакеты. Основные понятия и определения диалогового взаимодействия. Синхронный, асинхронный способы взаимодействия. Состав и структура диалоговой системы (ДС). Классификация ДС. Организация вычислительного процесса в ДС. Графический и телекоммуникационный методы доступа. Информационное обеспечение диалога.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:

- пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- повышенный уровень предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Критерии оценки за экзамен:

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он полностью ответил на вопросы в билете, на дополнительный вопрос по материалу билета и на дополнительный вопрос по общему материалу;

- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он ответил на вопросы в билете и с недочетами ответил или на дополнительный вопрос по материалу билета или на дополнительный вопрос по общему материалу;

- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он ответил с недочетами на вопросы в билете и ответил с недочетами или на дополнительный вопрос по материалу билета или на дополнительный вопрос по общему материалу;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если он не ответил хотя бы на один вопрос в билете.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Боев В.Д., Сыпченко Р.П.	Компьютерное моделирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2	Афонин В.Л., Макушкин В.А.	Интеллектуальные робототехнические системы	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3	Местецкий Л.М.	Математические методы распознавания образов	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
4	Афонин В.В., Федосин С.А.	Моделирование систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
5	Казиев В.М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
6	Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г.	Информационные технологии анализа изображений	М.: Радио и связь, 2012	Монография	1
7	Орлов С.А., Цилькер Б.Я.	Технологии разработки программного обеспечения	СПб.: Питер, 2012	Учебник	1
8	Иванов В.А., Медведев В.С., Чемоданов Б.К., Ющенко А.С.	Математические основы теории автоматического управления	М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011	Учебное пособие	1
9	Цирлин А.М.	Оптимизационная термодинамика экономических систем	М.: Научный мир, 2011	Монография	9

6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1.	Карпова Т.С.	Базы данных: модели, разработка, реализация	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2.	Костюкова Н.И.	Основы математического моделирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3.	Марасанов А.М., Аносова Н.П., Бородин О.О.	Распределенные базы и хранилища данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
4.	Серебряков В.А., Галочкин М.П., Гончар Д.Р.	Теория и реализация языков программирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
5.	Бухвалова В.В., Рогульская А.С.	Введение в геометрическое программирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
6.	Губарь Ю.В.	Введение в математическое программирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
7.	Певзнер Л.Д., Чураков Е.П.	Математические основы теории систем	М.: Высш. Шк., 2009	Учебное пособие	1
8.	Волкова В.Н., Козлов В.Н., Лыпарь Ю.И., Фирсов А.Н., Черненко Л.В.	Моделирование систем	СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012	Учебное пособие	1
9.	Пегат А.	Нечеткое моделирование и управление	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Монография	1
10.	Цирлин А.М.	Математические модели и оптимальные процессы в макросистемах	М.: Наука, 2006	Монография	2
11.	Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н.	Теория массового обслуживания	М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2012	Учебное пособие	1
12.	Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А.	Математические модели организаций	М.: ЛЕНАНД, 2008	Учебное пособие	1
13.	Хомяков П.М.	Системный анализ: Экспресс-курс лекций	М.: Изд-во ЛКИ, 2010	Учебное пособие	1
14.	Качала В.В.	Основы теории систем и системного анализа	М.: Горячая линия, 2012	Учебное пособие	2
15.	Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В.	Курс методов оптимизации	М.: Наука, 1986	Монография	2
16.	Островский Г.М., Волин Ю.М.	Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012	Учебное пособие	1
17.	Левич А.П.	Искусство и метод в моделировании систем	М.: -Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012	Монография	1
18.	Баженова И.Ю.	Основы проектирования приложений баз данных	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1

19.	Кузин А.В., Левонисова С.В.	Базы данных	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебное пособие	1
20.	Кузовкин А.В., Цыганов А.А., Щукин Б.А.	Управление данными	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебник	1
21.	Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И.	Технологии анализа данных Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP	СПб: БХВ-Петербург, 2007	Учебное пособие	1
22.	Кобзарь А.И.	Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных сотрудников	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006	Монография	1
23.	Рыков В.В., Иткин В.Ю.	Математическая статистика и планирование эксперимента	М.: МАКС Пресс, 2010	Учебное пособие	1
24.	Афаньева Т.В., Ярушкина Н.Г.	Нечеткое моделирование временных рядов и анализ нечетких тенденций	Ульяновск: УлГТУ, 2009	Монография	1
25.	Михайлов Г.А., Войтишек А.В.	Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло	М.: Издательский центр "Академия", 2006	Учебное пособие	1
26.	Поршнева С.В., Овечкина Е.В., Мащенко М.В., Каплан А.В., Каплан В.Е.	Компьютерный анализ и интерпретация эмпирических зависимостей	М.: ООО "Бином-Пресс", 2010	Учебное пособие	1
27.	Шапиро Л., Стокман Дж.	Компьютерное зрение	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
28.	Сирота А.	Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем	М.: Техносфера, 2006	Учебное пособие	1
29.	Строгалева В.П., Толкачева И.О.	Имитационное моделирование	М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008	Учебное пособие	1
30.	Шелухин О.И.	Моделирование информационных систем	М.: Горячая линия-Телеком, 2011	Учебное пособие	1
31.	Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В.	Инженерная и компьютерная графика	СПб.: БХВ-Петербург, 2013	Учебное пособие	1

6.3. Интернет-ресурсы

Информационно-поисковая система ФИПС <http://new.fips.ru/> ;

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>

Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных аудиториях и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения реализации программ подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре в ИПС им. А.К. Айламазяна РАН используются аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Аудитории для самостоятельной работы аспирантов оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Аудитории для проведения занятий оснащены мультимедийными средствами: это проекторы, настенные экраны, ПК.

Обеспечен доступ к электронной библиотечной системе «Лань» <https://e.lanbook.com/> и библиотечному фонду ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (электронный каталог <http://lib.psir.ru/>).

Доступ в Internet обеспечивается через локальную сеть 100 Мбит/с.