

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук

«Утверждаю»

Директор ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
член-корреспондент РАН



С.М. Абрамов
«22» 10 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системный анализ, управление и обработка информации»

Образовательная программа: основная профессиональная образовательная программа высшего образования - программа подготовки научно -педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Направленности (профили):

- Системный анализ, управление и обработка информации

Присваиваемая квалификация:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины «Системный анализ, управление и обработка информации» аспирантам очной/заочной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Системный анализ, управление и обработка информации».

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

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.
2. Паспорт научной специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)», утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.
3. Рабочие учебные планы подготовки аспирантов ИПС им. А.К. Айламазяна РАН по направленностям (профилям) основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее ОПОП ВО, Программы) по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Программа одобрена Ученым советом ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (протокол № 37 от 17 октября 2014 года), с изменениями и дополнениями (одобрены Ученым советом ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, протокол №20 от 22 октября 2018 года).

Разработал д.т.н., проф. А.М. Цирлин

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций в области системного анализа, управления и обработки информации 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, обработки информации и управления;
- 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 ОПОП ВО

Дисциплина «Системный анализ, управление и обработка информации» включена в вариативную часть Блока 1 Программы в качестве обязательной дисциплины. Шифр дисциплины - Б1.В.ОД1.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет), элективных дисциплин по направленности ОПОП ВО третьего уровня (аспирантура).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского экзамена, осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта по направленности программы аспирантуры и подготовку научного доклада о результатах научно-квалификационной работы (диссертации).

Блок	Базовая или вариативная часть	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
			Зачетные единицы	Часы			
				Общая	В том числе		
Б1.В.ОД1	Вариативная часть	5,6	4		144	24	120
ИТОГО			4	144	24	120	Экзамен

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

№ пп.	Формируемые компетенции	Номер/ индекс 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.	ПК-1
2	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	ПК-2
3	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК-1
4	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	ОПК-2
5	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	ОПК-3

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Шифр компетенции	Результат обучения
ПК-1	знать: современные тенденции и основные направления исследований в развитии системного

	анализа, управления и обработки информации ; уметь: строить модели исследуемых процессов или явлений. владеть: современными методами решения задач в области системного анализа, управления и обработки информации.
ПК-2	знать: основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием передовых технологий. уметь: проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием передовых технологий владеть: передовыми технологиями проведения теоретических и экспериментальных исследований в области системного анализа, управления и обработки информации
ОПК-1	знать: основные методы исследований в области системного анализа, управления и обработки информации. уметь: применять методы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области системного анализа, управления и обработки информации. владеть: навыками решения профессиональных задач в области системного анализа, управления и обработки информации.
ОПК-2	знать: современные средства и методики проведения научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий. уметь: применять современные средства и методики проведения научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий. владеть: современными средствами и методиками проведения научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.
ОПК-3	знать: теоретические основы исследований в области системного анализа, управления и обработки информации. уметь: разрабатывать новые методы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области системного анализа, управления и обработки информации. владеть: современными средствами для самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области системного анализа, управления и обработки информации.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

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

4.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 5,6 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	144	24	24	-	-	120	Экзамен

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)	Коды компетенций
		Лек.	Пр.	Лаб..		
1.	Основные понятия и задачи системного анализа	2			12	ПК-1, ПК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
2	Модели и методы принятия решений	6			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

3	Оптимизация и математическое программирование	6			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
4	Основы теории управления	6			36	ПК-1, ПК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
5	Компьютерные технологии обработки информации	6			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
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 полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Выпуклые оболочки множеств и функций. Задача нелинейного программирования в детерминированной постановке. Метод Лагранжа. Теорема Куна- Таккера. Ее геометрическая интерпретация для ограничений в форме равенств и в форме неравенств. Вырожденные решения задачи нелинейного программирования и условия ее выпуклости. Постановка, геометрический смысл и алгоритмы решения задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Геометрическая интерпретация двойственных переменных в задачах линейного и нелинейного программирования. Зависимость оптимальных решений задач линейного и нелинейного программирования от параметров. Задача геометрического программирования. Постановка и	Лекции

		<p>алгоритм решения. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Матрица Гессе. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.</p>	
4	Основы теории управления	<p>Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Типы структурных соединений подсистем. Принцип обратной связи. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: системы стабилизации, следящие системы, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики, передаточные функции. Типовые динамические звенья и их характеристики. Чистое запаздывание. Понятие об устойчивости состояния равновесия в системах управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Функции Ляпунова. Достаточное условие устойчивости состояния равновесия.. Условия физической реализуемости линейной динамической системы. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Гурвица, Михайлова, Найквиста. Запаздывание в линейных системах. Понятие робастности систем. Условия робастной устойчивости. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. 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. Базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, избыточность, ограничения, ER-диаграммы). Язык SQL. Примеры операций определения данных DDL и операций манипулирования данными DML. NoSQL БД, объектно-ориентированные базы данных. Распределенная обработка данных. Распределенные БД. Нейронные сети. Методы обучения нейронных сетей. Нечеткие множества. Лингвистические переменные. Нечеткие правила вывода. Системы нечеткого вывода Мамдани-Заде. Нечеткие сети TSK (Такаги-Сугено-Канга). Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей. 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.</p>	Лекции

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» 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. Чистые и смешанные стратегии в теории игр. Функция потерь при смешанных стратегиях.	24
3	Классификация численных методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. 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 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. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизация на сетях и графах. Постановка и алгоритмы решения задачи коммивояжера. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.	24
4	Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели	36

	<p>качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления. Степень устойчивости линейных систем.</p> <p>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, Задача управления объектами, описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями. Принцип максимума Понтрягина.</p> <p>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 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. 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 транспортные 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.</p> <p>Понятие индексного узла (дескриптора). Модели реализации каталогов.</p> <p>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.</p>	24

	<p>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. Открытость знаний системы ИИ. Понятие о генетических алгоритмах.</p> <p>Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы: объяснения, общения, приобретения знаний ЭС.</p>	
	Итого	120

5 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Системный анализ, управление и обработка информации» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии);
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети);
- мультимедийные технологии;
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях);
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

6 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)

11. 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

Категории «знать», «уметь», «владеть» применяются в следующих значениях:

«**знать**» – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты.

«**уметь**» – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;

«**владеть**» – решать сложные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе получения опыта деятельности.

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.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1.	Вдовин В.М., Суркова Л.Е., Валентинов В.А.	Теория систем и системный анализ	Издательство Дашков и К", 2016	Учебник	ЭБС «Лань»
2	Власов В.А., Толоконский А.О.	Методы оптимизации и оптимального управления	МИФИ, 2013	учебное пособие	ЭБС «Лань»
3	Дмитриев А.Н. ,	Введение в системный анализ	Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2013	Учебник	ЭБС «Лань»
4	Горлач Б.А., Шахов В.Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация	Изд-во "Лань", 2018	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
5	Шелухин О.И.	Моделирование информационных систем	Издательство Горячая линия - Телеком, 2018	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
6	Боев В.Д., Сыпченко Р.П.	Компьютерное моделирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
7	Афонин В.Л., Макушкин В.А.	Интеллектуальные робототехнические системы	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
8	Местецкий Л.М.	Математические методы распознавания образов	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
9	Афонин В.В., Федосин С.А.	Моделирование систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
10	Казиев В.М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Колбин В.В. ,	Специальные методы оптимизации	Издательство Лань, 2014	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2	Лесин В.В., Лисовец Ю.П.	Основы методов оптимизации	Издательство "Лань", 2016	Учебник	ЭБС «Лань»
3	Карпова Т.С.	Базы данных: модели, разработка, реализация	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
4	Гребенникова И.В.	Методы математической обработки экспериментальных данных	УрФУ, 2015	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
5	Колбин В.В.	Методы принятия решений	Издательство Лань, 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань 9
6	Вьюгин В.В.	Математические основы машинного обучения и прогнозирования	МЦНМО, 2013	Учебное пособие	ЭБС «Лань
7	Костюкова Н.И.	Основы математического моделирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань
8	Марасанов А.М., Аносова Н.П., Бородин О.О.	Распределенные базы и хранилища данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань
9	Серебряков В.А., Галочкин М.П., Гончар Д.Р.	Теория и реализация языков программирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань
10	Бухвалова В.В., Рогульская А.С.	Введение в геометрическое программирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань
11	Губарь Ю.В.	Введение в математическое программирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань
12	Цирлин А.М.	Оптимизационная термодинамика экономических систем	М.: Научный мир, 2011	Монография	9
13	Певзнер Л.Д., Чураков Е.П.	Математические основы теории систем	М.: Высш. Шк., 2009	Учебное пособие	1
14	Волкова В.Н., Козлов В.Н., Лыпась Ю.И., Фирсов А.Н., Черненькая Л.В.	Моделирование систем	СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012	Учебное пособие	1
15	Пегат А.	Нечеткое моделирование и управление	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Монография	1
16	Цирлин А.М.	Математические модели и оптимальные процессы в макросистемах	М.: Наука, 2006	Монография	2
17	Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н.	Теория массового обслуживания	М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2012	Учебное пособие	1
18	Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А.	Математические модели организаций	М.: ЛЕНАНД, 2008	Учебное пособие	1
19	Хомяков П.М.	Системный анализ: Экспресс-курс лекций	М.: Изд.-во ЛКИ, 2010	Учебное пособие	1
20	Качала В.В.	Основы теории систем и системного анализа	М.: Горячая линия, 2012	Учебное пособие	2
21	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
22	Сухарев А.Г., Тимохов А.В.,	Курс методов оптимизации	М.: Наука, 1986	Монография	2

	Федоров В.В.				
23	Островский Г.М., Волин Ю.М.	Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012	Учебное пособие	1
24	Левич А.П.	Искусство и метод в моделировании систем	М.: -Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012	Монография	1
25	Баженова И.Ю.	Основы проектирования приложений баз данных	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
26	Кузин А.В., Левонисова С.В.	Базы данных	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебное пособие	1
27	Кузовкин А.В., Цыганов А.А., Щукин Б.А.	Управление данными	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебник	1
28	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
29	Кобзарь А.И.	Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных сотрудников	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006	Монография	1
30	Рыков В.В., Иткин В.Ю.	Математическая статистика и планирование эксперимента	М.: МАКС Пресс, 2010	Учебное пособие	1
31	Афансьева Т.В., Ярушкина Н.Г.	Нечеткое моделирование временных рядов и анализ нечетких тенденций	Ульяновск: УлГТУ, 2009	Монография	1
32	Михайлов Г.А., Войтишек А.В.	Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло	М.: Издательский центр "Академия", 2006	Учебное пособие	1
33	Поршнев 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
34	Шапиро Л., Стокман Дж.	Компьютерное зрение	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
35	Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г.	Информационные технологии анализа изображений	М.: Радио и связь, 2012	Монография	1
36	Сирота А.	Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем	М.: Техносфера, 2006	Учебное пособие	1
37	Строгалев В.П., Толкачева И.О.	Имитационное моделирование	М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008	Учебное пособие	1
38	Шелухин О.И.	Моделирование информационных систем	М.: Горячая линия-Телеком, 2011	Учебное пособие	1
39	Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В.	Инженерная и компьютерная графика	СПб.: БХВ-Петербург, 2013	Учебное пособие	1
40	Орлов С.А., Цилькер Б.Я.	Технологии разработки программного обеспечения	СПб.: Питер, 2012	Учебник	1

7.3. Интернет-ресурсы

Информационно-поисковая система ФИПС <http://new.fips.ru/> ;
Международная БД патентной информации Espacenet <https://ru.espacenet.com/> ;
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>
Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

7.4. Лицензионное программное обеспечение

- Office Standard 2010;
- Google Chrome, открытая лицензия <chrome://settings/help>;

7.5. 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.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения реализации ОПОП 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.