

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института математики и информатики
Арамян Р.Г.



«21» мая 2025, протокол №9.1

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Стохастические системы

Автор: Саакян Вардан Рафикович

01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Наименование образовательной программы: «Интеллектуальные системы
и робототехника»**

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Дисциплина посвящена изучению стохастических систем и методов управления в условиях неопределённости. Рассматриваются стохастические процессы, динамическое программирование, задачи оптимального управления, методы оценки состояния (включая фильтрацию Калмана), идентификация параметров, а также основы обучения с подкреплением и элементы теории игр. Особое внимание уделяется практическому применению теоретических методов и анализу результатов моделирования.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
Общая трудоемкость изучения курса	108
Аудиторные занятия, в т. ч.:	48
Лекции	32
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	33
Итоговый контроль	Зачет

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

В курсе студенты осваивают основы стохастических систем и процессов, включая цепи Маркова, оптимальное управление, фильтрацию Калмана, методы обучения с подкреплением и аппроксимацию функций. Также будет введение в теорию игр и её применение.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
ПК-4	способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	1	Знает современное состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий в области программирования
		2	Знает новые научные принципы и методы разработки программного и аппаратного обеспечения технологий
		3	Умеет модернизировать программное и аппаратное обеспечение технологий и систем с учетом безопасности решения

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель данной дисциплины – подготовить студентов к решению сложных задач в области стохастических систем, оптимального управления и обучения с подкреплением.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) *(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)*

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам
		<u>1</u> сем
1	2	3
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	48	

1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	32	
1.1.1. Лекции	28	
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	16	
1.1.3. Лабораторные работы		
1.1.4. Другие виды (указать)		
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	4	
1.2.1. Подготовка к экзаменам		
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (подготовка к практикам, работа с учебной литературой, базовая работа с SDR)	4	
1.3. Другие методы и формы занятий		
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	Экзамен	

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина- ры (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4	5	6
I семестр					
Модуль 1.					
Введение					
Раздел 1. Стохастические модели:					
Тема 1.1. Введение в стохастические системы	1	1	0		
Тема 1.2. Стохастические процессы и цепи Маркова	3	2	1		
Раздел 2. Стохастическое оптимальное управление					
Тема 2.1. Введение в стохастическое оптимальное управление: Динамическое программирование	3	2	1		

Тема 2.2. Динамическое программирование в непрерывное время: Детерминированные системы	3	1	1		
Тема 2.3. Задачи линейного квадратичного управления на конечном горизонте	2	1	1		
Тема 2.4. Задачи бесконечного горизонта	1	1	0		
Модуль 2.					
Раздел 3. Оценка состояния системы: Фильтрация					
Тема 3.1. Задачи совершенной оценки состояния и введение в оценку состояния	3	2	1		
Тема 3.2. Введение в фильтр Калмана	3	2	1		
Тема 3.3. Нелинейная фильтрация	3	2	1		
Раздел 4. Оценка параметров системы: Идентификация системы					
Тема 4.1. Нелинейная фильтрация и введение в оценку параметров	2	1	1		
Тема 4.2. Субоптимальное и адаптивное управление	1	1	0		
II семестр					
Модуль 1					
Раздел 5. Обучение с подкреплением					
Тема 5.1. Многорукые бандиты	3	2	1		
Тема 5.2. Методы Монте-Карло и временных разностей	3	2	1		

Тема 5.3. Аппроксимация функции ценности	3	2	1		
Тема 5.4. Аппроксимация в пространстве политик, Оптимизация на основе симуляций, Введение в методы градиента политики	3	2	1		
Тема 5.5. Методы градиента политики	3	2	1		
Модуль 2.					
Раздел 6. Теория игр и приложения:					
Тема 6.1. Введение в теорию игр	3	2	1		
Тема 6.2. Интеграция обучения и планирования, Онлайн-игры	3	2	1		
Тема 6.3. Повторяющиеся игры, Дифференциальные игры, Динамические игры	3	2	1		
ИТОГО	48	32	16		

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Модуль 1

Введение

Раздел 1. Стохастические модели

Тема 1.1. Введение в стохастические системы

Понимание основных концепций и принципов стохастических систем.

Тема 1.2. Стохастические процессы и цепи Маркова

Изучение стохастических процессов и их применение в цепях Маркова.

Раздел 2. Стохастическое оптимальное управление

Тема 2.1. Введение в стохастическое оптимальное управление: Динамическое программирование

Освоение динамического программирования в контексте стохастического оптимального управления.

Тема 2.2. Динамическое программирование в непрерывное время: Детерминированные системы

Рассмотрение методов динамического программирования, применимых в непрерывном времени, с акцентом на их использование в системах с определенными характеристиками

Тема 2.3. Задачи линейного квадратичного управления на конечном горизонте

Рассмотрение задач оптимального управления с квадратичными критериями на ограниченном временном интервале.

Тема 2.4. Задачи бесконечного горизонта

Анализ задач оптимального управления с бесконечным горизонтом времени.

Раздел 3. Оценка состояния системы: Фильтрация

Тема 3.1. Задачи совершенной оценки состояния и введение в оценку состояния

Определение задач оценки состояния и введение в соответствующие методы.

Тема 3.2. Введение в фильтр Калмана

Изучение алгоритма фильтрации Калмана и его применение в оценке состояния систем.

Тема 3.3. Нелинейная фильтрация

Ознакомление с методами оценки состояния в нелинейных системах.

Раздел 4. Оценка параметров системы: Идентификация системы

Тема 4.1. Нелинейная фильтрация || и введение в оценку параметров

Продолжение изучения нелинейной фильтрации и введение в задачи оценки параметров системы.

Тема 4.2. Субоптимальное и адаптивное управление

Исследование стратегий субоптимального и адаптивного управления в контексте изменчивых условий с целью достижения более эффективных решений.

Раздел 5. Обучение с подкреплением

Тема 5.1. Многорукие бандиты

Анализ задачи выбора действий для максимизации выигрыша в условиях неопределенности

Тема 5.2. Методы Монте-Карло и временных разностей

Изучение методов Монте-Карло и временных разностей для обучения с подкреплением.

Тема 5.3. Аппроксимация функции ценности

Освоение методов аппроксимации функции ценности для сложных систем.

Тема 5.4. Аппроксимация в пространстве политик, Оптимизация на основе симуляций, Введение в методы градиента политики

Ознакомление с методами аппроксимации политик и оптимизации с использованием симуляций, включая введение в применение методов градиента политики для повышения эффективности обучения.

Тема 5.5. Методы градиента политики ||

Продолжение изучения методов градиента политики, с углублением в более сложные концепции и области их применения.

Раздел 6. Теория игр и приложения:

Тема 6.1. Введение в теорию игр

Ознакомление с основами теории игр и ее применением в различных областях.

Тема 6.2. Интеграция обучения и планирования, Онлайн-игры

Исследование способов интеграции обучения и планирования в контексте онлайн-игр.

Тема 6.3. Повторяющиеся игры, Дифференциальные игры, Динамические игры

Рассмотрение различных типов игр, таких как повторяющиеся игры, дифференциальные игры и динамические игры.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Семинарские и практические занятия направлены на закрепление теоретического материала за счёт разбора задач, программной реализации алгоритмов и анализа результатов. Студенты решают практические задачи по темам лекций, пишут код (чаще всего на Python), проводят эксперименты, интерпретируют полученные данные и обсуждают выводы. Занятия помогают лучше понять стохастические процессы, методы управления, фильтрации, обучения с подкреплением и теории игр через практическое применение.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютеры с интернет-браузером.

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	М1 ¹	М2	М1	М2	М1	М2				
Вид учебной работы/контроля										
Контрольная работа <i>(при наличии)</i>										
Устный опрос <i>(при наличии)</i>										
Тест <i>(при наличии)</i>										
Лабораторные работы <i>(при наличии)</i>										
Письменные домашние задания <i>(при наличии)</i>										
Реферат <i>(при наличии)</i>										
Эссе <i>(при наличии)</i>										
Проект <i>(при наличии)</i>										
Другие формы <i>(при наличии)</i>										
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.4					
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.6					
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей										

¹ Учебный Модуль

Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.6
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

Sutton, R.S. and Barto, A.G. "Reinforcement Learning: An Introduction".

Bertsekas, D. "Dynamic Programming and Optimal Control".

Bertsekas, D. "Reinforcement Learning and Optimal Control".

Osborne, M. and Rubinstein, A. "A Course in Game Theory".

3.1.2. Учебное(ые) пособие(я);

3.1.3. Курс лекций;

3.1.4. Краткие конспекты лекций;

3.1.5. Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, курсы и краткие конспекты лекций, презентации РРТ и т.п.);

— Электронные версии учебников и учебных пособий;

3.1.6. Глоссарий/терминологический словарь;

3.1.7. др. варианты материалов, необходимых для освоения учебной программы дисциплины.

4. Фонды оценочных средств

Для оценки усвоения содержания дисциплины используются следующие формы:

- **Домашние задания**, основанные на практических задачах, охватывающих ключевые темы курса (например, реализация алгоритмов, моделирование, анализ результатов).
- **Презентации**, в которых студенты самостоятельно изучают и представляют одну из тем курса, демонстрируя понимание теории и примеров применения.
- **Итоговый экзамен**, включающий теоретические и практико-ориентированные вопросы по основным разделам дисциплины.

Эти формы позволяют комплексно оценить как теоретические знания, так и практические навыки студентов.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

Преподавание строится на сочетании теоретических лекций и практических занятий. На лекциях излагаются ключевые идеи, методы и подходы, сопровождаемые примерами и интерактивным обсуждением. На практических занятиях основное внимание уделяется решению задач, программной реализации алгоритмов и анализу результатов. Студенты активно вовлекаются в обсуждение, выполняют домашние задания и готовят презентации по выбранным темам. Такой подход способствует глубокому усвоению материала и развитию навыков самостоятельного анализа.