

# ДИАЛОГИ СО СПЕЦИАЛИСТАМИ

Научная статья

УДК 681.518; DOI: 10.61260/2304-0130-2025-2-50-55

## ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

✉ Лабинский Александр Юрьевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ [labinskyi.a@igps.ru](mailto:labinskyi.a@igps.ru)

*Аннотация.* Рассмотрены подходы к созданию систем искусственного интеллекта, основанных на экспертных системах, генетических алгоритмах, теории игр и нейронных сетях; средства представления знаний в системах искусственного интеллекта на основе символьных шаблонов, наборов типовых операций и процедур поиска вариантов решений.

Подробно рассмотрен процесс поиска решений в системах искусственного интеллекта на основе систем логического вывода, имеющих вид семантической сети с элементами конъюнкции и дизъюнкции.

Рассмотрены особенности семантической сети, представляющей собой произвольный граф (И-ИЛИ сеть) и реализующей два метода логического вывода – методы прямой и обратной волн.

Подробно рассмотрен пример модели искусственного интеллекта в виде нечеткой экспертной системы, содержащей базу знаний, состоящую из нечетких продукционных правил. Указанная модель искусственного интеллекта использована для оценки риска возникновения чрезвычайной ситуации, происходящей при подъеме уровня воды при паводке.

Рассмотренная нечеткая экспертная система, реализованная в виде программы для ЭВМ, позволяет в условиях неполных и неточных исходных данных производить оценку риска наводнения.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, нейронные сети, генетические алгоритмы, теория игр, экспертные системы, представление знаний, система логического вывода, семантические сети, нечеткие множества

**Для цитирования:** Лабинский А.Ю. Подходы к созданию искусственного интеллекта // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2025. № 2. С. 50–55. DOI: 10.61260/2304-0130-2025-2-50-55.

### Введение

Искусственный интеллект (ИИ; artificial intelligence, AI) – свойство искусственных интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно выполняет человек, а также технология создания интеллектуальных компьютерных программ.

Сформулируем постановку задачи для данной статьи: рассмотреть практические подходы к решению задачи создания ИИ.

Актуальность проблемы разработки систем ИИ, которые могут использоваться, в том числе, для оценки риска, принятия решений, обработки естественного языка (экстренная служба 112) и изображений, в системах пожарной безопасности и оповещения, постоянно возрастает, теме ИИ посвящено много работ [1, 2–10].

### Теоретические подходы к созданию ИИ

Несмотря на наличие множества подходов как к пониманию задач ИИ, так и к созданию интеллектуальных информационных систем, можно выделить два основных подхода к разработке ИИ [1]:

1. Нисходящий (англ. Top-Down AI), семиотический – создание экспертных систем, баз знаний и систем логического вывода, имитирующих высокоуровневые психические процессы: мышление, рассуждение, речь, эмоции, творчество и т.д.

2. Восходящий (англ. Bottom-Up AI), биологический – изучение нейронных сетей и эволюционных вычислений (генетических алгоритмов), моделирующих интеллектуальное поведение на основе биологических элементов, а также создание соответствующих вычислительных систем, таких как нейрокомпьютер или биокомпьютер.

### **Практические подходы к созданию моделей ИИ**

Можно выделить следующие подходы к созданию моделей ИИ:

- модели, использующие адаптацию к решаемой задаче путем изменения связей между нейронами нейронной сети;
- модели, использующие адаптацию к решаемой задаче путем создания популяций соревнующихся между собой решений, совершенствующихся на основе генетических алгоритмов;
- модели, основанные на теории игр, где адаптация к решаемой задаче производится путем создания пространства состояний, причем для поиска оптимальных состояний используется эвристический подход, позволяющий изменять порядок перебора вариантов решения задачи;
- модели, основанные на экспертных системах, где адаптация к решаемой задаче производится путем заимствования у эксперта знания, включающего в себя понимание проблемы и набор эвристических правил для её решения. Однако экспертные системы можно использовать только для хорошо изученных предметных областей.

### **Представление знаний в ИИ**

Интеллектуальная деятельность модели ИИ может производиться с помощью следующих шаблонов, наборов и процедур решения задачи [1]:

- процедуры поиска возможных вариантов;
- наборы операций по созданию вариантов;
- символьные шаблоны описания области определения.

В теории алгоритмов А. Тьюринга [11] говорится о том, что если компьютер производит эффективную обработку символьной информации, то он обладает интеллектом.

На пути исследований в области ИИ необходимо решить две главные проблемы:

- 1) определить структуры, символы и операции решения задачи;
- 2) с использованием структур, символов и операций определить эффективные стратегии поиска решений задачи.

При этом некоторые ученые считают интеллектуальные способности наследственно биологическими, из чего следует, что компьютер не обладает интеллектом.

Решение проблемы представления знаний особенно важно для подхода к созданию ИИ путем использования экспертных систем. Основой такой системы ИИ являются база знаний и система логического вывода, с помощью которой осуществляется автоматическое конструирование алгоритма решения задачи на основе шаблонов (готовых модулей и подпрограмм).

Языки исчисления высказываний или предикатов, содержащих продукционные правила, используются в настоящее время для описания знаний. Их упрощенной формой являются языки, основанные на продукциях в виде высказывания «Если..., То...». К продукциям относятся также все причинно-следственные утверждения.

### **Поиск решений в ИИ**

Система логического вывода в системе ИИ может содержать дерево решений в виде однодольного графа с вершинами (утверждениями) и дугами (процедурами создания новых утверждений) [2]. По определению графы формально позволяют описывать множество близких ситуаций. Вершины такого графа могут быть разбиты на две группы, образующие конъюнктивные (И) и дизъюнктивные (ИЛИ) условия логического вывода.

В общем случае схема логического вывода может иметь вид произвольного графа или сети. Такая схема логического вывода основана на методе прямой волны (от начальных вершин графа к его целевой вершине) и методе обратной волны (от целевой вершины графа к его начальным вершинам).

Традиционный подход к созданию процедуры логического вывода подразумевает использование итерационного процесса, особенностью которого является то, что при увеличении количества эвристических правил решения задачи растет вычислительная сложность решения.

Современные системы ИИ способны решать задачи, содержащие тысячи переменных и эвристических правил решения. Подход к созданию систем логического вывода в виде И-ИЛИ сетей (графов) позволяет решать такие задачи.

### И-ИЛИ сеть логического вывода

Пусть И-ИЛИ сеть содержит элементы двух типов: объекты  $O$  (вершины графа) и правила  $R$  (ребра графа), причем вершины графа хранят информацию о ребрах графа, а правила  $R$  хранят информацию о выходных  $Y$  и входных  $X$  переменных.

В каждом элементе И-ИЛИ сети логического вывода определены все смежные ребра и вершины графа. Вся информация о графе, реализующем И-ИЛИ сеть логического вывода, хранится в виде матрицы примыканий [11].

Матрица примыканий графа  $G = (V, E)$ , где  $V$  – вершины;  $E$  – ребра, записывается в виде двумерного массива размером  $N \times N$ , где  $N$  – число вершин.

В ориентированном графе (орграфе) ребра снабжены стрелками и являются упорядоченными парами вершин: первая вершина – это начало ребра, вторая – конец. Стрелки указывают допустимое направление движения по ребру. Полный граф – это граф, в котором каждая вершина соединена со всеми остальными [11].

Пример ориентированного графа представлен на рис. 1.

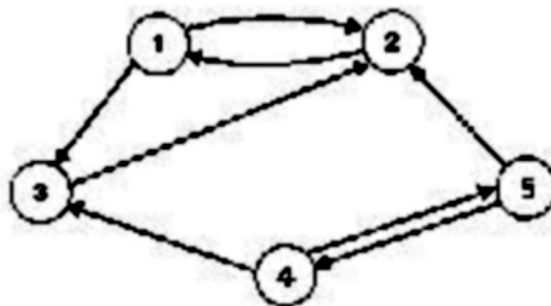


Рис. 1. Ориентированный граф  $G = (V, E)$

Формальное описание графа, представленного выше, имеет вид:  $G = (\{1,2,3,4,5\}, \{(1,2), (1,3), (2,1), (3,2), (4,3), (4,5), (5,2), (5,4)\})$ .

Матрица примыканий для данного графа имеет следующий вид (рис. 2):

	1	2	3	4	5
1	0	1	1	0	0
2	1	0	1	1	0
3	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	1
5	0	0	1	1	0

Рис. 2. Матрица примыканий

В каждой ячейке  $[i, j]$  матрицы примыканий записывается 1, если из вершины  $i$  в вершину  $j$  ведет ребро графа, иначе в ячейку  $[i, j]$  записывается 0.

На рис. 3 изображен список примыканий для графа, приведенного на рис. 1. Список примыканий для ориентированного графа  $G = (V, E)$  представляет собой одномерный массив длины  $N$  ( $N$  – число вершин графа). Каждый элемент массива является ссылкой на список примыканий [11].

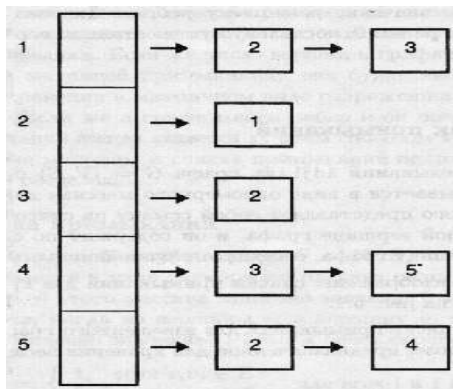


Рис. 3. Список примыканий

### Пример модели ИИ в виде экспертной системы

Экспертная система содержит базу знаний, реализующую продукционную модель представления знаний в виде совокупности утверждений, и набор эвристических правил решения задачи.

Рассматриваемая модель нечеткой экспертной системы основана на нечетких множествах и содержит базу знаний, представленную в виде нечетких продукционных правил [5–9]. Нечеткие продукционные правила могут иметь следующий вид: Если «Условие 1» То «Заключение 1» ( $F$ ), где  $F$  – коэффициент неопределенности соответствующего правила. В качестве условий и заключений правил используются простые или составные высказывания, связанные логическими операциями конъюнкции (И) и дизъюнкции (ИЛИ).

В качестве примера базы правил системы нечеткого вывода нечеткой экспертной системы рассмотрим базу правил применительно к оценке риска возникновения стихийного бедствия – подъема уровня воды при паводке. В качестве переменных были использованы величины:  $Y$  – величина подъема уровня воды ( $\Delta U$ ),  $X_2$  – величина подъема температуры воздуха ( $\Delta T$ ),  $X_1$  – величина перепада высот ( $\Delta H$ ). Система нечеткого вывода использовала следующую базу правил:

**ЕСЛИ** Подъем температуры равен  $\Delta T$  **И** Перепад высот равен  $\Delta H$  **ТО** Уровень воды изменится на величину, равную  $\Delta U$  ( $F$ ). С помощью экспертных оценок были получены значения  $\Delta H$  и  $\Delta T$ . Далее каждому интервалу значений переменных  $X_1$  и  $X_2$  был поставлен в соответствие определенный интервал значений коэффициента неопределенности  $F$ .

Для проведения вычислительных экспериментов была создана нечеткая экспертная система (программа для ЭВМ) [10], с использованием которой была исследована зависимость  $\Delta U = f(X_1, X_2)$ . Использование нечеткой экспертной системы позволило в условиях неполных и неточных исходных данных произвести оценку риска возникновения стихийного бедствия (паводка). Интерфейс программы для ЭВМ представлен на рис. 4:

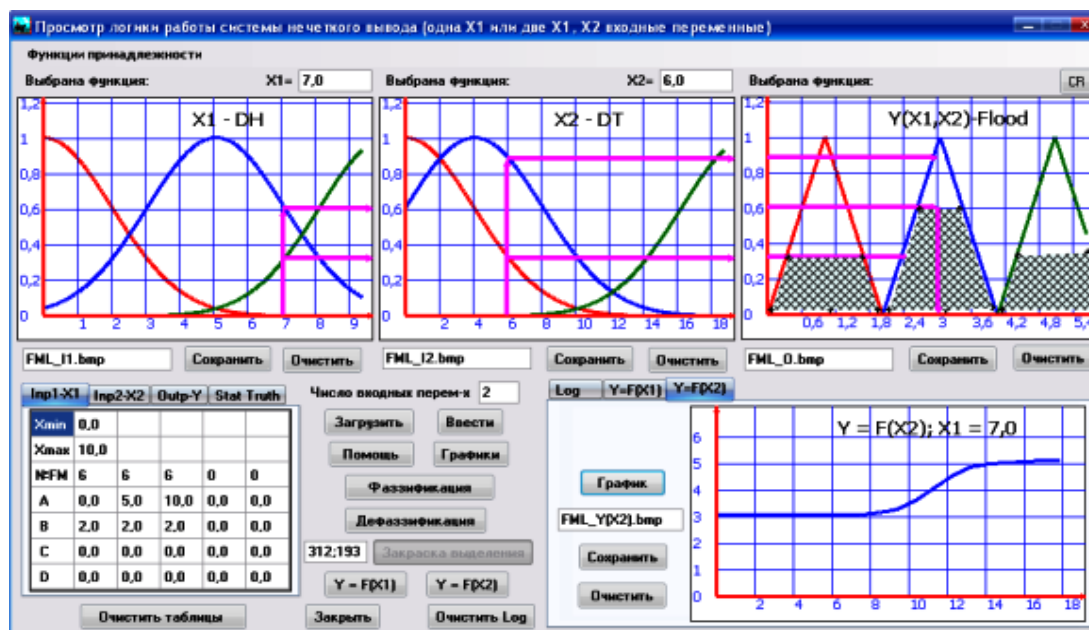


Рис. 4. Интерфейс программы для ЭВМ

### Вывод

Проблемы разработки систем ИИ, которые могут использоваться, в том числе, для оценки риска и принятия решений, относятся к актуальным проблемам. Создание систем ИИ может производиться путем различных подходов, основанных на нейронных сетях, генетических алгоритмах, теории игр и экспертных системах. Реализация системы ИИ на основе нечеткой экспертной системы позволяет принимать решения в условиях неопределенности, в случае неполных и неточных исходных данных.

Научная новизна исследования, отражающая личный вклад автора, заключается в создании автором компьютерных моделей систем нечеткого вывода, нейронных сетей, генетических алгоритмов и экспертных систем [12].

### Список источников

1. Герман О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний. Минск: БГУ, 2005.
2. Варламов О.О. Миварный подход как основа качественного перехода на новый уровень в области искусственного интеллекта // Радиопромышленность. 2017. № 4.
3. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: Радио и связь, 2002.
4. Хадиев А.М. Разработка и практическая реализация миварной машины логического вывода // Радиопромышленность. 2015. № 3.
5. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2013.
6. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms // Fuzzy Sets and Systems // 2009. Vol. 2. № 4.
7. Лабинский А.Ю. Моделирование системы нечеткого вывода // Природные и техногенные риски. 2016. № 2.
8. Flondor P. An example a fuzzy system // Kybernetics. 2017. Vol. 6. № 1.
9. Pavlak Z. Routh sets and fuzzy sets // Fuzzy Sets and Systems. 2018. Vol. 3. № 1.
10. Лабинский А.Ю. К вопросу разработки экспертных систем // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 2.
11. Д. Макконнелл. Основы современных алгоритмов. М.: Техносфера, 2004.
12. Лабинский А.Ю. Перспективные направления компьютерного моделирования сложных процессов и систем: монография. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2017.

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 09.04.2025; принята к публикации: 03.06.2025

*Информация об авторах:*

**Лабинский Александр Юрьевич**, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: [labinskyi.a@igps.ru](mailto:labinskyi.a@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-2735-4189>, SPIN-код: 8338-4230