

Архитектура памяти ИР

Интеллектуальный помощник. Модель четырёх типов памяти

1. Назначение

Документ описывает универсальную модель организации памяти интеллектуального помощника (ИР). Модель построена на четырёх типах памяти, каждый из которых отвечает за отдельный аспект работы системы: фиксацию событий, обобщение опыта, хранение процедур и прогнозирование развития ситуаций.

Первые три типа (эпизодическая, семантическая, процедурная) соответствуют общепринятой таксономии Тульвинга (1972-1985) и используются в современных архитектурах ИИ-агентов. Четвёртый тип — **интуитивная память** — является оригинальным расширением модели и выделяет прогнозирование динамики с учётом внешних возмущений в самостоятельный тип памяти с собственным хранилищем.

Модель не привязана к конкретной предметной области. В качестве примера применения приводится электролаборатория, но архитектура рассчитана на любой объект, где требуется мониторинг, анализ и прогнозирование состояния системы.

2. Обзор модели

Модель организует память ИР вокруг четырёх вопросов, которые система должна уметь отвечать в любой момент:

Тип памяти	Вопрос	Направлен ие	Суть
Эпизодическая	Что было?	Прошлое	Фиксация конкретных событий с привязкой ко времени и контексту
Семантическая	Как обычно?	Настоящее	Обобщение опыта, нормы, правила, типовые характеристики
Процедурная	Что делать?	Действие	Последовательности действий, чек-листы, безопасные процедуры
Интуитивная	Чего ожидать?	Будущее	Прогноз развития ситуации с учётом внешних возмущений

Таким образом, модель замыкает полную ось времени: **факт -> обобщение -> действие -> прогноз**. Это обеспечивает непрерывный цикл: система фиксирует происходящее, сопоставляет с нормой, предлагает действия и прогнозирует последствия — включая те, которые могут быть вызваны внешними силами.

3. Типы памяти

3.1. Эпизодическая память

Вопрос: «Что было?»

Назначение: Хранение конкретных событий с жёсткой привязкой ко времени, параметрам и контексту. Каждое событие — атомарная запись о том, что произошло, когда, при каких условиях.

Что хранит:

События с временными метками (срабатывания, переключения, измерения)

Контекст событий (режим работы, внешние факторы, действия оператора)

Связи между событиями (причина -> следствие)

Как обновляется: Автоматически при наступлении событий (сработка защиты, переключение, выход параметра за порог) + ручной ввод (замечания оператора, результаты осмотра).

Как извлекается: Поиск по времени, по параметрам, по контекстным тегам, по типу события. Поддержка запросов вида «покажи все похожие случаи».

3.2. Семантическая память

Вопрос: «Как обычно?»

Назначение: Хранение обобщённого опыта: норм, диапазонов, типовых характеристик, правил. Это «справочник привычного поведения системы», основанный на статистике.

Что хранит:

Нормальные диапазоны параметров для каждого объекта/режима

Паспортные данные оборудования (сроки, характеристики)

Типовые неисправности и их признаки

Статистические обобщения из эпизодической памяти

Как обновляется: Периодическая актуализация по результатам измерений, по новым паспортным данным, по итогам разбора инцидентов. Аккумуляция статистики из эпизодической памяти.

Как извлекается: По ключам (объект, режим, тип), по диапазонам, по типовым случаям. Используется для быстрой оценки: «это нормально» или «это отклонение».

Принципиальное свойство: Опирается на **статистику прошлого** — то, что уже произошло достаточно раз, чтобы стать правилом.

3.3. Процедурная память

Вопрос: «Что делать?»

Назначение: Хранение последовательностей действий, чек-листов, безопасных процедур. Не «что происходит», а «что нужно сделать» в конкретной ситуации.

Что хранит:

Чек-листы для типовых ситуаций (авария, переключение, плановая проверка)

Условия применения (когда использовать конкретную процедуру)

Требования безопасности

Альтернативные сценарии действий

Как обновляется: При изменении оборудования, режимов, инструкций; по результатам разбора инцидентов (если процедура оказалась неполной).

Как извлекается: По событию или условию, по типу оборудования, по режиму работы. Процедура может адаптироваться под условия (например, добавлять шаги при высокой влажности).

3.4. Интуитивная память (оригинальный тип)

Вопрос: «Чего ожидать?»

Назначение: Хранение сценариев перехода между состояниями с учётом внешних возмущений. Прогнозирование развития ситуации — не на основе статистики, а на основе моделирования возможных вариантов будущего.

Что хранит:

Сценарии переходов (состояние А -> состояние В через время Т, при условии С)

Внешние факторы и их влияние на сценарии (возмущения, вмешательства)

Прогнозы ресурса и плановые замены (по параметрам и срокам эксплуатации)

Альтернативные варианты развития событий

Как обновляется: На основе эпизодической памяти (новые случаи), семантической (изменение норм), внешних факторов (сезон, нагрузка, износ). При появлении нового внешнего фактора — пересчёт сценариев.

Как извлекается: По текущему состоянию и условиям. Выдаёт не одно предсказание, а набор вариантов с оценкой вероятности и горизонтом. Формат ответа: «если Х и при этом Y, то Z (вариант 1) / W (вариант 2)».

Ключевое отличие от семантической:

Семантическая память опирается на статистику прошлого: «в 95% случаев было так». Интуитивная память опирается на моделирование возможных вариантов будущего с учётом внешних сил: «обычно так, но если вмешается фактор F — сценарий меняется». Когда статистика актуальна, обе памяти дают схожий результат. Когда вмешивается сторонняя сила, семантическая перестаёт работать, а интуитивная — пересчитывает прогноз.

4. Взаимодействие типов памяти

Четыре типа памяти не работают изолированно — они образуют замкнутый цикл. Каждый тип использует результаты других как входные данные и передаёт свои результаты дальше.

4.1. Цикл работы

Шаг	Тип памяти	Действие	Вход	Выход
1	Эпизодическая	Фиксация события	Сырые данные с датчиков, действия оператора	Запись события с контекстом
2	Семантическая	Сравнение с нормой	Событие из эпизодической + справочник норм	Оценка: норма / отклонение / аномалия
3	Процедурная	Выбор действий	Событие + оценка + библиотека процедур	Чек-лист / последовательность действий
4	Интуитивная	Прогноз	Событие + оценка + внешние факторы + сценарии	Варианты развития + рекомендации + плановые замены

4.2. Обратные связи

Цикл не линейный, а итеративный. Прогноз интуитивной памяти может изменить порядок действий из процедурной. Новые события из эпизодической обновляют семантическую (статистика) и интуитивную (сценарии). Разбор инцидента может привести к обновлению процедур. Таким образом, система непрерывно учится на собственном опыте.

5. Структура хранилищ

Тип	Формат	Объём / срок	Индексация
Эпизодическая	Time-series, событийный лог	Высокая детализация, 30-90 дней (с компрессией старых)	Время, объект, тип события, контекст
Семантическая	Справочник, нормативная база	Постоянно, с историей версий	Объект, режим, тип, диапазон
Процедурная	Библиотека процедур, чек-листы	Постоянно, с версионностью	Условие, объект, режим, критичность
Интуитивная	Библиотека сценариев и правил	Постоянно, с быстрым обновлением	Состояние, фактор, горизонт, критичность

6. Источники данных

Модель предполагает наличие внешних источников данных, которые питают эпизодическую память сырыми событиями. Состав источников зависит от предметной области, но общая структура такова:

6.1. Автоматические источники

Датчики и измерительные приборы (напряжение, ток, температура, давление и т. д.)
Системы мониторинга и телеметрии
События оборудования (переключения, срабатывания, ошибки)
Внешние информационные потоки (прогнозы погоды, режимные данные)

6.2. Ручной ввод

Замечания и наблюдения оператора
Результаты осмотров и измерений
Решения и действия (кто что сделал и почему)

7. Отличие от существующих моделей

Подход	Как используется прогноз	Отличие от данной модели
Таксономия Тульвинга (1972-1985)	Не выделяется	Три типа; прогноз не описан как тип памяти
Predictive processing (Фристон, Кларк)	Механизм поверх всех типов	Прогноз — функция, не хранилище
Prospective memory	Намерения («надо сделать»)	Не про динамику состояний, а про планы
CLARION	Неявное познание	Интуиция = подсознательные паттерны, не сценарии
CoALA (Princeton, 2023)	Не выделяется	Три типа + рабочая память; прогноза нет
Данная модель	Отдельный тип памяти	Хранит сценарии переходов с учётом внешних сил

Ключевое отличие: ни в одной из существующих моделей прогноз динамики с учётом внешних возмущений не выделяется как отдельный тип памяти с собственным хранилищем. В данной модели интуитивная память — самостоятельный тип, который хранит не статистику и не намерения, а сценарии переходов между состояниями при различных внешних условиях.

8. Пример применения: электролаборатория

Ниже показано, как общая модель ложится на конкретную предметную область. Электролаборатория выбрана как иллюстрация — архитектура не ограничена этой областью.

8.1. Рост напряжения до 239 В

Система фиксирует рост напряжения на вводе. Далее срабатывает полный цикл:

Эпизодическая: «14:03:12 — напряжение 239 В, скорость роста 1,2 В/с, ввод 1 активен, рядом запуск компрессора»

Семантическая: «Норма для ввода 1: 230-240 В. Порог защиты: 242 В. Скорость роста выше типичной (обычно 0,1 В/с)»

Процедурная: «Замерь скорость роста -> проверь нагрузку -> контролируй статус АВР -> не переключай без причины»

Интуитивная: «При продолжении роста — защита сработает через 12-18 сек. При включении компрессора — раньше. При переключении на ввод 2 — риск перегрузки (запас 15%). Рекомендация: подготовить план ручного переключения»

8.2. Плановая замена оборудования

Интуитивная память формирует плановые работы по замене комплектующих на основе параметров и сроков эксплуатации, с учётом реальных условий:

Паспортный срок: 10 лет -> фактический износ с учётом нагрузки и скачков: 8 лет

Триггеры: «30 срабатываний ИЛИ 8 лет — что раньше»

Сезонная привязка: «заменить до грозового сезона (октябрь)»

Пересчёт: при появлении нового мощного потребителя срок сдвигается

9. Заключение

Модель четырёх типов памяти (эпизодическая, семантическая, процедурная, интуитивная) обеспечивает полный цикл работы ИР: от фиксации факта до прогноза с учётом внешних возмущений. Первые три типа соответствуют общепринятой таксономии. Четвёртый тип — интуитивная память — является оригинальным расширением, выделяющим прогнозирование динамики в самостоятельный тип памяти с собственным хранилищем сценариев.

Модель универсальна и может применяться в любой предметной области, где требуется мониторинг, анализ, принятие решений и прогнозирование. Электролаборатория приведена как один из примеров.