

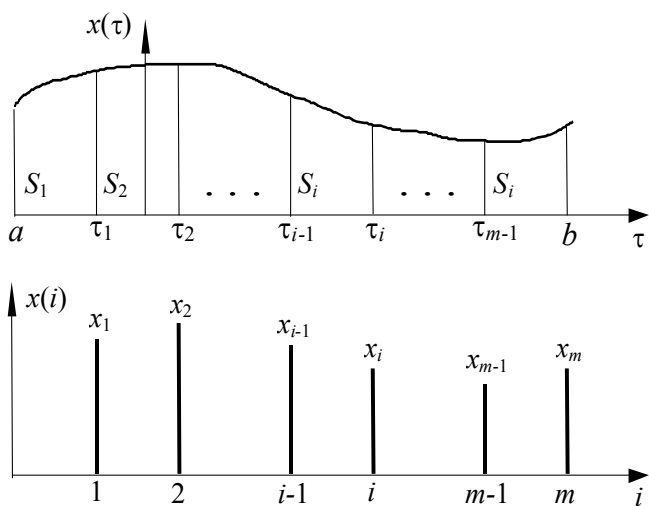


Рис. 2. Схема квантования

После квантования входной сигнал объекта можно рассматривать как m -мерный вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$, а его выходной сигнал – как n -мерный вектор $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$. Функция Грина отображения (1), реализуемого объектом, превращается в матрицу $K = \|k_{ij}\|$ размера $m \times n$. Само же отображение (1) превращается в линейный оператор, отображающий m -мерное вещественное пространство в n -мерное вещественное векторное пространство и описываемый равенством

$$y = x * k. \quad (8)$$

Операция, обозначенная звездочкой, есть умножение вектора на матрицу.

Таким образом, можно сказать, что метод компараторной идентификации по своей описательной силе не уступает классическим методам прямой идентификации объекта. Как отмечалось выше,

метод компараторной идентификации применим и наиболее удобен в том случае, когда оценки невозможно измерить никакими физическими приборами, как в случае с субъективными оценками человека.

Литература: 1. Автоматика и управление в технических системах / Отв. ред.: С.В. Емельянов, В.С. Михалевич. – К.: Вища школа. – 1990. – 325 с. 2. Акофф А., Эмери Ф. О целеустремленных системах. – М.: Сов. радио. – 1974. – 274 с. 3. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1981. – 384 с. 4. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука. – 1977. – 255 с. 5. Ли Р. Оптимальные оценки, определение характеристик и управление. – М.: Наука. – 1966. – 176 с. 6. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: ИЛ. – 1970. – 520 с. 7. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.А. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика. – 1974. – 240 с. 8. Болч Б., Хуань К.Дж. Многомерные статистические методы для экономики. – М.: Статистика. – 1979. – 318 с. 9. Классификация целей управления и синтез структуры универсальной системы управления / И.В. Кузьмин, Э.Г. Петров, В.В. Евсеев, В.Т. Мирошниченко. – В кн.: Методы и средства исследования сложных систем контроля и управления. – К.: Наукова думка. – 1973. – С. 33–41. 10. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир. – 1973. – 344 с.

Поступила в редколлегию 12.11.97

Косинов Роман Петрович, аспирант кафедры ПО ЭВМ ХТУРЭ. Увлечения: музыка. Адрес: 310726, Украина, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 49-93-56, 40-94-46.

Шабанов-Кушнаренко Сергей Юрьевич, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник кафедры ПО ЭВМ ХТУРЭ. Увлечения: настольный теннис. Адрес: 310726, Украина, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.

УДК 007.681.518.2+519.711

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ЗНАНИЙ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

ШОСТАК В.Ф., КИШИК М.В., ШОСТАК О.В

Предлагается использовать динамические экспертные системы для моделирования интеллектуальных систем управления сложными объектами в условиях влияния окружающей среды. Реализация изложенной методики, помимо изучения свойств исследуемой системы, позволяет обнаружить возможные неполноту и противоречивость информации, хранящейся в базе знаний динамической экспертной системы.

Научно-технический прогресс обусловил появление особого класса таких сложных (крупномасштабных) объектов управления, как, например, атомные электростанции, энергоснабжающие системы, робототехнические комплексы и др.

Характерной особенностью систем является качественное изменение состояния объектов и окружающей среды, в силу которых возникает необходимость существенно изменять технологию решения функциональных задач управления в процессе работы системы. Решение задач управления в этих условиях связано с использованием значительных объемов необходимой информации, которая должна обновляться в процессе функционирования системы. Наличие достаточной информации в большой мере определяет качество решения функциональных задач и, в конечном итоге, эффективность системы в целом.

В связи с этим для решения задач управления такими объектами целесообразно использовать базы знаний (БЗ) и экспертные системы, функционирующие в реальном масштабе времени.

Экспертные системы, используемые для решения задач управления в реальном времени, получили название динамических экспертных систем (ДЭС) [1]. В дальнейшем системы управления указанными выше объектами, в контуре которых функционирует ДЭС, будем называть интеллектуальными системами управления (ИСУ).

Характерным отличием процесса функционирования ДЭС в контуре обратной связи системы управления является то, что запросы к ДЭС фор-

мируются на основании данных мониторинга о состоянии окружающей среды, а результаты логического вывода являются основой для формирования управляющих воздействий на объекте.

Использование ВЗ в ДЭС встречает ряд специфических проблем, связанных, в частности, с неполнотой и противоречивостью баз знаний. Преодоление этих проблем во многом определяет работоспособность ИСУ. Для их решения целесообразно использовать имитационное моделирование.

Практическое применение имитационного моделирования для исследования ИСУ предполагает определенную формализацию процессов управления.

Процесс функционирования сложного объекта управления опишем семейством подмножеств условий $\{P_\tau\}$, $\tau \in \Delta$ [2], которые определяют состояние объекта управления в любой текущий момент времени τ в интервале моделирования Δ .

Состояние объекта в начале (τ_0) и в конце (τ_k) интервала моделирования обозначим соответственно $P^{(H)} = P_{\tau_0}$, $P^{(K)} = P_{\tau_k}$.

Текущее состояние объекта управления $P_{\tau_i}, \tau_i \in \Delta$ определяется состоянием объекта в предыдущий момент времени $P_{\tau_{i-1}}$, влиянием окружающей среды $\bar{Z}_{\tau_i}$ и воздействием со стороны управляющей системы U_{τ_i} , определяемым в результате логического вывода в ДЭС.

Поставим в соответствие множеству всех условий (предикатов), которые описывают состояние объекта управления, компоненты вектора $\bar{P}$, определяемые значениями предикатов.

Процесс моделирования работы ИСУ теперь можно описать выражением:

$$\bar{P}_i = \Theta(\bar{P}_{i-1}, \bar{U}_i, \bar{Z}_i).$$

Вектор управления $\bar{U}_i$ является результатом логического вывода ДЭС в момент времени τ_i , полученного на основе состояния S_i ВЗ в текущий момент времени τ_{i-1} : $\bar{U}_i = \Psi(\bar{S}_i)$.

Состояние ВЗ при τ_i определяется ее информационным содержанием, соответствующим как на полнению ее знаниями экспертов, так и состоянию объекта управления $\bar{P}_{i-1}$.

Таким образом, ИСУ с ДЭС в контуре обратной связи описывается выражением:

$$\bar{P}_i = \eta(\bar{P}_{i-1}, \bar{Z}_i, \bar{S}_i). \quad (1)$$

Исходя из выражения (1), имитационное моделирование ИСУ может быть реализовано с помощью программных инструментальных средств, которые позволяют осуществить моделирование влияния окружающей среды, подсистемы моделирования управляемого объекта, а также базы знаний и подсистемы логического вывода ДЭС.

Процесс моделирования ИСУ осуществляется в результате взаимодействия компонентов ДЭС (базы знаний $S_{ВЗ}$ и подсистемы логического вывода $S_{ЛВ}$) с программной реализацией объекта управления S_0 , на которую оказывает влияние возмущение, генерируемое программой S_Z имитации окружаю-

щей среды. Структура системы моделирования представлена на рис.

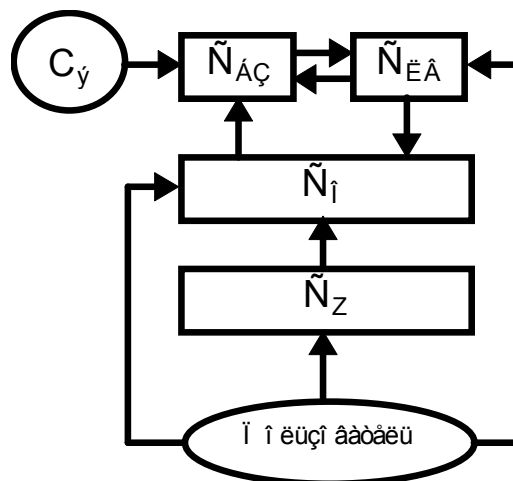


Рис. Структура системы моделирования

Практическое использование модели предполагает участие эксперта, который определяет содержание ВЗ, и пользователя, обеспечивающего настройку инструментальных программных средств S_0 , $S_{ЛВ}$, S_Z на конкретное применение.

Методика использования системы моделирования включает следующие этапы: 1. Определение и наполнение экспертом соответствующего содержания ВЗ; 2. Настройка пользователем программных инструментальных средств: $S_{ЛВ}$ для реализации определенной стратегии логического вывода; S_0 для моделирования свойств исследуемого объекта управления; S_Z для имитации влияния заданной окружающей среды; 3. Выполнение прогонов имитационной модели и регистрация результатов моделирования для получения необходимой статистики.

Применение системы имитационного моделирования на основе ДЭС позволяет определить эффективность функционирования ИСУ заданными объектами в зависимости от наполнения ВЗ, используемых алгоритмов логического вывода и при определенном влиянии на объект со стороны окружающей среды. Интерес представляет использование приведенной системы моделирования для выявления неполноты и противоречивости ВЗ относительно небольшого объема.

Литература: 1. К. А. Пупков. Динамические экспертные системы в управлении. Интеллектуальные системы // Труды Второго международного симпозиума / Под ред. К. А. Пупкова (С.-Петербург, 1-4 июля 1996 г.). В двух томах. - Т. 2. 2. В. Ф. Шостак. Модели и методы управления сложными технологическими комплексами в нештатных (экстремальных) режимах работы в АСУТП // Автоматика и телемеханика. - №10. - 1994. - С. 87-89.

Поступила в редколлегию 01.12.97

Шостак Владимир Федорович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической кибернетики ХТУРЭ. Научные интересы: интеллектуальные системы и их применение в народном хозяйстве. Адрес: 310726, Украина, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 409337, 370463.

Кишик Михаил Викторович, аспирант кафедры технической кибернетики ХТУРЭ. Научные интересы: использование баз знаний в задачах управления сложными объектами. Адрес: 310726, Украина, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 409337.

Шостак Ольга Владимировна, аспирантка кафедры АПВТ ХТУРЭ. Научные интересы: имитационное моделирование и прогнозирование. Адрес: 310726, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 409337.