

При использовании материалов статьи необходимо использовать данную ссылку:

Шведенко В.Н., Щекочихин О.В. Классификация интеллектуальных информационных систем по критерию функции поведения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 2. (54). С. 32-37

УДК 004.42

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО КРИТЕРИЮ ФУНКЦИИ ПОВЕДЕНИЯ

Шведенко В.Н., Щекочихин О.В.

*В статье предлагается использовать функцию поведения для основы классификации информационных систем заявляющихся как интеллектуальные. Выделяются три модели поведения информационных систем: алгоритмическое поведение, рефлекторное поведение, интеллектуальное поведение. Проведен анализ обеспечения свойств информационных систем методами интеллектуальной обработки данных. Интеллектуальные информационные системы делятся на три класса: информационные системы поддержки стационарного состояния объекта или процесса; информационные системы триггерного управления объектом или процессом; информационные системы управления на основе поискового колебательного процесса. Интеллектуальным информационным системам первого класса присуща модель алгоритмического поведения. Интеллектуальные информационные системы второго класса используют алгоритмическую и рефлекторную модели поведения. Интеллектуальные информационные системы третьего класса используют три указанные ранее модели поведения. Выделяются следующие компоненты интеллектуальных информационных систем, в которых могут выполняться интеллектуальные функции: пользовательский интерфейс информационных систем, интерфейс взаимодействия с хранилищами или базами данных, базы данных, модули реализации бизнес-логики. Показано, что наличие взаимного влияния объектов управления интеллектуальными информационными системами необходимо учитывать при их классификации. Если информационная система управляет одним объектом то она относится к классу поддержки его стационарного состояния. Если информационная система управляет группой взаимосвязанных объектов, то такая система может использовать триггерное управление или управление на основе поискового колебательного процесса. Рассматриваются некоторые примеры информационных систем, наделенных функцией интеллектуального поведения. Показаны особенности применения моделей данных, при автоматизации различных классов задач.*

**Ключевые слова:** интеллектуальная информационная система, модель поведения, модель данных, интеллектуальное поведение.

**В**ведение. При управлении сложными системами необходимо наличие большого практического опыта и интеллекта управленца, т.е. выполнение мыслительных функций. Вся история кибернетических и компьютерных систем связана с автоматизацией этих функций. Одним из первых, кто указал на эту проблему был Норберт Винер, который считал, что «вычислительные и даже специальные

логические машины - не способны к подлинному самостоятельному мышлению и лишь моделируют с известной глубиной те или иные мыслительные процессы. Отсюда далеко до целостного, осмысленного восприятия внешнего мира и самостоятельного, творческого мышления».

**Шведенко Владимир Николаевич**, д.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУН ВИНТИ РАН

г. Москва

**Щекочихин Олег Владимирович**, к.т.н., доцент, инженер информационной безопасности, ООО «ММТР технологии»

г. Кострома

Во времена Норберта Винера технические и программные средства были развиты на низком уровне. Прimitивная архитектура ЭВМ, громоздкие устройства (память, процессор) не давали возможности создавать мехатронные системы, сравнимые с живыми организмами.

Н. Винер показал, что и биологические и кибернетические системы имеют общую основу – модель поведения.

Он же определил, что «в технике устройства такого рода можно применять для того, чтобы постоянно совершенствовать свое поведение на основании прошлого опыта.»

Современные технические средства пошли по пути цифровой обработки данных и это определило методы создания технических систем с интеллектуальным поведением.

На основании своих рассуждений Н. Винер приходит к следующему определению понятия поведения: «Под поведением понимается любое изменение объекта по отношению к окружающей среде.»

#### Основная часть.

Информационные системы могут выполнять функцию поведения. Заложив в методологию их проектирования идею модели поведения можно реализовывать такие технические и программные средства, которые будут выполнять интеллектуальные функции человека. Эта методология должна располагать инструментальными средствами реализации моделей поведения, таких же как присутствуют в биологических системах. Это позволит с одной стороны освободить человека от примитивнейших функций, а с другой стороны обеспечить гармонию с природными объектами. Ясно, что искусственный интеллект не сможет соперничать с естественным, однако некоторые группы процессов и взаимодействие с техническими и природными объектами можно будет возложить на информационные системы.

Поэтому целью настоящей работы является классификация интеллектуальных информационных систем, в основе которой предлагается использовать подход, описанный для биологических систем. В биологических системах выделяют три базовые модели поведения. Модель поведения, обеспечивающая поддержку некоторого стационарного состояния объекта (гомеостаза). Триггерная модель поведения основана на выборе одного из нескольких устойчивых состояний объекта. Колебательная модель поведения основана на циклической смене состояний объекта.

Традиционная классификация ИИС предлагает их рассматривать с позиции свойств: наличие развитых коммуникативных

способностей; умение решать сложные плохо формализуемые задачи; способность к самообучению; адаптивность [1]. Эти свойства достигаются следующими методами: ассоциация, классификация и кодирование, кластеризация, прогнозирование, последовательные модели, деревья решений [2]. Применение указанных методов интеллектуальной обработки данных позволяет реализовать одну из моделей поведения информационной системы [3, 4].

Выделяются следующие виды моделей поведения ИС:

0 – отсутствие функции поведения

1 – алгоритмическое поведение

2 – рефлекторное поведение

3 – интеллектуальное поведение

В таблице 1 представлены методы интеллектуальной обработки данных, модели поведения и присущие им свойства.

Таблица 1

Обеспечение свойств ИС методами интеллектуальной обработки данных

Модели поведения	Методы интеллектуальной обработки данных					
	Ассоциация	Классификация и кодирование	Кластеризация	Прогнозирование	Последовательные модели	Деревья решений
Алгоритмическое поведение	-	3	34	24	24	24
Рефлекторное поведение	124	124	12	124	124	124
Интеллектуальное поведение	1234	1234	1234	234	1234	1234

Примечание:

1 – наличие развитых коммуникативных способностей;

2 – умение решать сложные плохо формализуемые задачи;

3 – способность к самообучению;

4 – адаптивность.

В основу классификации интеллектуальных информационных систем положена функция поведения:

Все ИИС делятся на 3 класса:

1) ИС поддержки стационарного состояния объекта или процесса

2) ИС триггерного управления (кластеризация) объектом или процессом

**ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ  
РЕАЛИЗУЮТ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ  
ТРИГГЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ И  
ИСПОЛЬЗУЮТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ  
МЕТОДЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО,  
СИНТАКСИЧЕСКОГО И  
СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА  
ВЫСКАЗЫВАНИЙ НА ЕСТЕСТВЕННОМ  
ЯЗЫКЕ**

3) ИС управления на основе поискового колебательного процесса.

ИИС первого класса присуща модель алгоритмического поведения.

ИИС второго класса используют алгоритмическую и рефлекторную модели поведения. ИИС третьего класса используют три указанные ранее модели поведения.

При рассмотрении интеллектуальных информационных систем необходимо выделять следующие их компоненты: пользовательский интерфейс ИС, интерфейс взаимодействия с хранилищами или базами данных, базы данных, модули реализации бизнес-логики. Компоненты ИС могут взаимодействовать друг с другом на основе различных видов архитектур как показано в работах [5-12].

Например, системы когнитивной графики, относящиеся к интеллектуальным используют методы интеллектуальной обработки данных, такие как кластеризация, ассоциации для удобного восприятия информации человеком при подготовке управленческих решений. В таком случае принятие управленческого решения – это задача естественного интеллекта. В таких системах интеллектуальными функциями обладает только пользовательский интерфейс, а остальные компоненты ИС могут не обладать интеллектуальными функциями.

Естественно-языковые интерфейсы реализуют модель поведения триггерного управления и используют интеллектуальные методы морфологического, синтаксического и семантического анализа и синтеза высказываний на естественном языке. Морфологический анализ выполняется путем поиска и проверки слов по словарям, синтаксический анализ предполагает выстраивание структуры сообщения, семантический анализ предполагает установление смысловых правил.

Экспертные системы – реализуют модель поведения на основе поискового колебательного процесса. В таких системах интеллектуальные функции обработки данных должны

использоваться в интерфейсе взаимодействия с хранилищами и базами данных, модулях реализации бизнес-логики.

Далее рассматриваются некоторые примеры ИС, наделенных функцией интеллектуального поведения.

Системы генерации пакетов документов и сдачи отчетности (например, Астрал, Тензор) относятся к классу ИИС поддержки стационарного состояния управляемого объекта и реализуют модели алгоритмического и рефлекторного поведения. Интеллектуальными функциями обладают компоненты взаимодействия с хранилищами или базами данных, модули реализации бизнес-логики – получение данных из баз данных, заполнение форм документов, формальная переписка с контрагентами. При этом применяются методы интеллектуальной обработки данных такие как классификация, ассоциации, последовательные модели, деревья решений.

Сложные системы, такие как, Яндекс-такси в разных компонентах реализуют разные модели интеллектуального поведения и используют различные функции интеллектуальной обработки данных. Взаимодействие пользователя реализуется посредством естественно языкового интерфейса, задачи бизнес-логики – расчет маршрута, длительности и стоимости поездки, проверка лояльности клиента, используют методы интеллектуальной обработки данных такие как прогнозирование, последовательные модели.

Рассмотренные выше три модели поведения, которые порождают три класса интеллектуальных систем целесообразно рассматривать с точки зрения их воздействия на отдельные объекты или группы объектов изучаемой или управляемой системы. Поскольку каждая управляемая система имеет цель, то и воздействие на объекты необходимо рассматривать с позиции достижения целей управления системой. Цель управления системой как правило представляется деревом показателей состояния системы. Каждый показатель системы связан с одним или несколькими объектами системы.

Если рассматривать несколько объектов в их взаимосвязи, то возникает потребность триггерного управления. Взаимодействие объектов определяется некоторой бизнес-логикой. Поведение системы в типовых ситуациях описывается в виде бизнес-процесса, где связаны объекты, функции воздействия на объект и структуры предопределенного процесса. Функция воздействия на объект

обеспечивает его стационарное состояние относительно показателя из дерева целей.

Дальнейшая классификация ИС будет связана с объектом, функцией воздействия на объект и процессом, поддерживающим бизнес-логику. Под каждый объект, функцию воздействия и процесс можно выбрать наиболее рациональный шаблон архитектуры ИС [5, 6] и модель данных [13].

Объектная модель включает структуру данных и методы работы с ними.

Реляционная модель позволяет только хранить данные и требует дополнительные средства обработки данных, например, хранимые процедуры.

В сетевой модели предварительно необходимо разработать структуру данных, структуру связей.

При использовании иерархической модели данных необходимо построить структуру дерева, правила обхода дерева и методы обработки выбранных данных. В моделях данных типа NoSQL необходимо реализовать поиск записей данных по ключам, определение структуры записи, методов поиска необходимой информации по запросу.

Если ИС управляет одним объектом, то в таком случае можно говорить только о поддержке стационарного состояния этого объекта. Такая ИС может использовать объектную модель данных, сетевую, иерархическую или реляционную с функциями поиска и выборки данных.

Если ИС управляет группой взаимосвязанных объектов, то такая система может использовать триггерное управление или управление на основе поискового колебательного процесса.

Множество взаимосвязанных объектов необходимо рассматривать в многомерном пространстве состояний системы, поскольку возможны противоположные влияния объектов на показатели и достижения цели. Возникают нелинейные процессы, которые сложно заранее определить и описать формальной математической моделью. Интеллектуальные функции поиска траектории достижения цели можно осуществлять управлением на основе поискового колебательного процесса.

#### **Заключение.**

Таким образом, показано, что в основу классификации интеллектуальных информационных систем необходимо заложить понятие модели поведения. Предложена оригинальная классификация интеллектуальных информационных систем, которая позволяет определять тип модели поведения и

особенности применения моделей данных, при автоматизации различных классов задач. Показаны примеры информационных систем в которых реализованы интеллектуальные функции обработки данных. **iea**

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Интеллектуальные информационные системы и технологии: Монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015.
2. Шведенко В.Н., Щекочихин О.В., Ровинская Т.М. Интеллектуальная обработка данных в интегрированной информационной системе с сервис-ориентированной архитектурой // Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №23. С. 80-86
3. Щекочихин О.В., Шведенко В.В. Методология построения программного обеспечения интегрированной информационной системы, обладающей свойством поведения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2017. № 2(36). С.2.
4. Mustafin N.G., Shvedenko P.V., Schekochikhin O.V., Savosin S.V. Modeling and Using Behavior Management Systems Multicontour // Proceedings of the 2018 IEEE Northwest Russia Conference on Mathematical Methods in Engineering and Technology (MMET NW). 10-14 September, 2018. St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". 590 p. ISBN 978-1-5386-5824-6 PP 76-79
5. Щекочихин О.В., Черкасова Н.В. Анализ шаблонов проектирования информационных систем клиент-серверной архитектуры // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 5 (51). С. 26-29.
6. Щекочихин О.В., Черкасова Н.В. Анализ архитектурных шаблонов на основе сервисов в задачах проектирования информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 5 (51). С. 30-36.
7. Izza, S. Integration of industrial information systems: From syntactic to semantic integration approaches // Int. J. Enterp. Inf. Syst, 2009, 3 (1), pp. 1-58.
8. Mitchell, V. Knowledge integration and information technology project performance // MIS Q, 2006, 30 (4), pp. 919-939.
9. Applications / Cesar de la Torre, Bill Wagner, Mike Rousos. - Redmond, Washington: Microsoft Corporation, 2019 – 324 с.

10. SOA patterns [Electronic resource] URL: <http://www.soapatterns.org/>

11. David Chou. Using Events in Highly Distributed Architectures / The Architecture Journal, [Electronic resource] URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/dd129913>

12. Microservice architecture // [Electronic resource] URL: <http://microservices.io/index.html>

13. Щекочихин О.В. Роль и место модели данных в структуре информационного обеспечения при описании предметной области // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 4. (50). С. 9

---

## CLASSIFICATION OF INTELLECTUAL INFORMATION SYSTEMS BY THE CRITERION OF BEHAVIOR FUNCTION

**Shvedenko Vladimir N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, FSBI VINITI RAS, Moscow  
**Shchekochikhin Oleg V.**, Ph.D., Associate Professor, Information Security Engineer, MMTR Technologies LLC, Kostroma

*The article proposes to use the behavior function for the basis of the classification of information systems claimed to be intellectual. Three patterns of behavior of information systems are distinguished: algorithmic behavior, reflex behavior, intellectual behavior. The analysis of ensuring the properties of information systems by the methods of intelligent data processing is carried out. Intelligent information systems are divided into three classes: information systems to support the stationary state of an object or process; information systems for trigger control of an object or process; management information systems based on search oscillatory process. Intelligent information systems of the first class have an inherent model of algorithmic behavior. Intelligent information systems of the second class use algorithmic and reflex models of behavior. Third-class intelligent information systems use the three previously described behaviors. The following components of intelligent information systems are identified in which intelligent functions can be performed: the user interface of information systems, the interface for interacting with storages or databases, databases, and business logic implementation modules. It is shown that the presence of mutual influence of control objects by intelligent information systems must be taken into account when classifying them. If an information system manages one object, then it belongs to the class of support for its stationary state. If the information system controls a group of interconnected objects, then such a system can use trigger control or control based on a search oscillatory process. Some examples of information systems endowed with the function of intellectual behavior are considered. The features of the application of data models in the automation of various classes of tasks are shown.*

**Key words:** intelligent information system, behavior model, data model, intellectual behavior.

### REFERENCES:

1. Ostroukh A.V., Surkova N.Ye. *Intellektual'nyye informatsionnyye sistemy i tekhnologii: Monografiya. [Intelligent Information Systems and Technologies: Monograph]* – Krasnoyarsk: Nauchno-innovatsionnyy tsentr, 2015.
2. Shvedenko V.N., Shchekochikhin O.V., Rovinskaya T.M. *Intellektual'naya obrabotka dannykh v integrirovannoy informatsionnoy sisteme s servis-oriyentirovannoy arkhitekturoy [ntelligent data processing in an integrated information system with service-oriented architecture]* // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Technological University]. 2017. T.20, №23. pp. 80-86
3. Shchekochikhin O.V., Shvedenko V.V. *Metodologiya postroyeniya programmnoy obespecheniya integrirovannoy informatsionnoy sistemy, obladayushchey svoystvom povedeniya [Methodology for building software for an integrated information system with the property of behavior]* // Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [Information and economic aspects of standardization and technical regulation]. 2017. № 2(36). p.2.
4. Mustafin N.G., Shvedenko P.V., Shchekochikhin O.V., Savosin S.V. *Modeling and Using Behavior Management Systems Multicontour* // Proceedings of the 2018 IEEE Northwest Russia Conference on Mathematical Methods in Engineering and Technology (MMET NW). 10-14 September, 2018. St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". 590 p. ISBN 978-1-5386-5824-6 pp. 76-79

5. Shchekochikhin O.V., Cherkasova N.V. Analiz shablonov proyektirovaniya informatsionnykh sistem kliyent-servernoy arkhitektury [*Analysis of design patterns for information systems of client-server architecture*] // Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [*Information and economic aspects of standardization and technical regulation*]. 2019. № 5 (51). pp. 26-29.
6. Shchekochikhin O.V., Cherkasova N.V. Analiz arkhitekturnykh shablonov na osnove servisov v zadachakh proyektirovaniya informatsionnykh sistem [*Analysis of architectural patterns based on services in the design of information systems*] // Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [*Information and economic aspects of standardization and technical regulation*]. 2019. № 5 (51). pp. 30-36.
7. Izza, S. Integration of industrial information systems: From syntactic to semantic integration approaches // *Int. J. Enterp. Inf. Syst.*, 2009, 3 (1), pp. 1-58.
8. Mitchell, V. Knowledge integration and information technology project performance // *MIS Q.*, 2006, 30 (4), pp. 919-939.
9. Applications / Cesar de la Torre, Bill Wagner, Mike Rousos. - Redmond, Washington: Microsoft Corporation, 2019 – 324 c.
10. SOA patterns [Electronic resource] URL: <http://www.soapatterns.org/>
11. David Chou. Using Events in Highly Distributed Architectures / *The Architecture Journal*, [Electronic resource] URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/dd129913>
12. Microservice architecture // [Electronic resource] URL: <http://microservices.io/index.html>
13. Shchekochikhin O.V. Rol' i mesto modeli dannykh v strukture informatsionnogo obespecheniya pri opisaniy predmetnoy oblasti [*The role and place of the data model in the structure of information support in the description of the subject area*] // Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [*Information and economic aspects of standardization and technical regulation*]. 2019. № 4. (50). p. 9