

## **ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ СВЕДЕНИЙ ПО МЕТОДОЛОГИИ «ИНФОРМАЦИОННЫЙ АГЕНТ»**

**Аннотация.** В статье ставится задача исследовать различные источники сведений и рассмотреть имеющиеся тенденции развития и разработки технологии «информационный агент». Не обнаружено агентов-решателей, предлагающих варианты действий в заданных пользователем условиях. Анонсирована идея разработки информационного агента абитуриента.

**Ключевые слова.** Программный агент, свойства, информационный агент абитуриента, инструмент разработки.

### **Введение**

Настоящая публикация ориентирована на формирование инновационной идеи «Информационный агент абитуриента» (ИнАГА). Речь идёт о программе, работающей в Web-среде и обеспечивающей абитуриенту (учащемуся 9-го и 11-го классов) поддержку в решении вопроса «Куда пойти учиться?». В этом контексте авторы решили проанализировать цифровое информационное поле на предмет принципов, имеющихся разработок и тенденций развития технологии «информационный агент» (ТИА). В заключение статьи сделана попытка сформировать концепцию функционала ИнАГА. В статье отражено различие между понятиями информация (сведения, выделенные человеком из её носителя) и носитель информации (данные, сообщения, программы, в частности) [1].

### **1. Понятие «агент» в информатике**

На латинском языке слово агéнт звучит как *agens* – действие. Обобщённо: агент – «лицо, действующее по поручению кого-либо» [2]. В частности, это может быть представитель организации, учреждения и физического лица, выполняющий соответствующие поручения.

В информатике агент – это:

а) самостоятельный процесс, имеющий определенное (-ые) состояние (-я) и способный взаимодействовать с другими агентами (процессами) посредством передачи сообщений (данных) [3];

б) аппаратная или программная сущность, действующая в интересах достижения целей, поставленных перед ней владельцем и/или пользователем [4].

*Программный агент* (ПА) – программа-посредник, взаимодействующая с другими программами и пользователями в процессе выполнения задачи владельца, пользователя или другой программы [5].

*«Интеллектуальный» агент* – программный агент, способный к самостоятельному выполнению на протяжении какого-либо промежутка времени задачи, поставленной пользователем или другой программой. В частности, это программное приложение, осуществляющее поиск, извлечение и представление сообщений из Интернет на основе заданного критерия отбора, например, по наличию в документе ключевых слов [6]. Нам представляется, что этого функционала недостаточно, чтобы проявить интеллект. Поэтому термин интеллектуальный взят в кавычки. Вместо прилагательного интеллектуальный корректнее для таких систем и процессов использовать прилагательное «интеллектный» [7].

*Информационный агент пользователя (персональный агент)* – «интеллектный» агент (ИА), действующий в интересах определенного лица [8]. В нашем случае гипотетическим пользователем является абитуриент в широком смысле слова (абитуриент вуза, абитуриент колледжа, курсов повышения квалификации и т.д.).

*Информационный агент фирмы* – это ИА, который действует в интересах организации, предоставляя данные и сообщения в соответствии с заданными критериями для принятия рациональных управленческих решений [6].

*Многоагентная система* – система, образованная несколькими взаимодействующими ИА [9].

## 2. Программные агенты на ИТ-рынке

Программные агенты имеют широкий спектр применения. Информационный поиск, электронная коммерция, электронные библиотеки, образование, пользовательские приложения – лишь немногие сферы, в которых используются ПА. В зависимости от нахождения и функционирования ПА можно разделить на 2 группы: стационарные и мобильные. Стационарные агенты работают на серверной или клиентской стороне. Мобильные агенты способны автономно перемещаться с одного сервера на другой [10]. Приведем несколько примеров, представленных на ИТ-рынке [11] [12].

А) Personal Mail (P-Mail). Здесь ПА используется в качестве почтового клиента. Сообщения передаются от агента-отправителя к агенту-получателю и не хранятся на промежуточных устройствах. Это повышает конфиденциальность связи. Каждый клиент P-Mail является ПА и может «общаться» с любым другим агентом, с которым «знаком», т.е. между такими агентами установлено «соглашение» на принятие-отправку сообщений. Эти действия регулируются агентом-посредником (facilitator) – ПА, управляющим связью между агентами. ПА-посредник не имеет доступа к содержимому писем и лишь определяет пары «абонентов». Не все агенты связаны между собой, но каждый из них обязательно связан с агентом-посредником, расположенным на общедоступном IP-адресе.

ПА на компьютере пользователя предоставляет ему чтение, составление, отправку, получение сообщений. При входе в сеть он регистрируется у посредника, при выходе – обменивается с ним данными и отменяет регистрацию.

Когда пользователь хочет отправить письмо, агент проверяет у посредника, «хочет» ли агент-получатель общаться с ним. Если агента-отправителя нет в списке сопоставлений получателя, то агент обращается к посреднику для получения информации об адресе получателя. Затем он может отправить агенту-получателю запрос на установление связи. При этом

последний может отказаться от сообщения, согласиться принять только одно или же добавить отправителя в список партнеров, что позволяет иметь постоянный обмен сообщениями.

Б) Mobile Access and Management. В этом случае ПА находится в сети и не привязан к определенному компьютеру. Пользователь может обратиться к агенту из любого места и с любого устройства, сделать запрос на поиск сообщений и получить уже обработанные данные в сжатом виде. Это особенно удобно для пользователей мобильных устройств, так как стабильность передачи данных особой роли не играет. ПА самостоятельно ищет и извлекает только необходимые сообщения, не нагружая сеть необработанными данными.

Поиск осуществляется по критериям, заданным пользователем. В зависимости от требований агент может искать в сети определенный документ или интересные пользователю файлы посредством «серфинга». Фактически ПА представляет собой набор инструментов сбора, извлечения, организации, поиска и кэширования релевантных данных. Собранные и обработанные данные или сообщения доставляются в виде файла с удобным форматом.

В) Electronic Commerce. ПА могут выполнять несколько функций в Интернет-торговле: искать необходимые товары, проводить анализ и сравнение цен, помогать продавать товары и услуги и т.д. В ПА Shopping-agent пользователь устанавливает вид продукта, максимальную цену и другие характеристики. Агент осуществляет поиск на сайтах специализированных магазинов, сопоставляет и находит наиболее выгодный для пользователя продукт. Результат может быть представлен списком подходящих товаров со ссылками на сайты.

Агент способен искать широкий спектр товаров [13]. При определенных настройках агент может без пользователя осуществлять покупку и при необходимости оформлять получение купленного товара. Кроме того, ПА «запоминает» предпочтения пользователя, историю критериев поиска, используя её в будущем.

Г) ПА, автоматизирующий часто повторяющиеся действия пользователя с компьютерными приложениями [12]. Это обучающийся агент. Он наблюдает за действиями пользователя и фиксирует повторяющиеся задачи. Последовательность действий (вплоть до каждого клика мыши) записывается и обобщается. Далее по первым действиям ПА делает вывод о намерениях пользователя и предлагает выполнить повторяющуюся задачу автоматически. Агент может:

- изучить рабочие шаблоны и сгенерировать инструкции для автоматизации действий;
- выполнять задачи в заданное время;
- соединять несколько заданий в одно;
- упорядочить окна приложений для работы пользователя с несколькими приложениями одновременно.

Развитие ПА во многом обусловлено спросом пользователей на автоматизацию повторяющихся рутинных действий.

### **3. Оценка эффективности функционирования программного агента**

В публикациях редко встречается оценка качества работы ПА. Приведем результаты одного из обзоров, отображающих время поиска данных, адекватность результата их работы [14].

- Operating Time of Agent (ОТА) [мин.] – среднее за период фактическое время, которое агент тратит на выполнение операций. Значение его определяется как разность между общим временем, проведенным агентом в системе (Agent Lifespan), и временем ожидания некоторых ресурсов или ответа от другого агента. Чем меньше ОТА, тем больше эффективность агента.
- Response Time of the Agent (RTA) [сек.] – среднее за период время, затраченное при ответе на запрос от другого агента (процесса). Этот показатель отражает производительность связи и рабочий уровень ПА: меньше RTA – больше эффективность агента.

- Event Occurrence Factor (EOF)  $\in [0;1]$  – способность агента генерировать события в ответ на действия пользователя или системы. Может быть определен как отношение числа реакций и общего количества событий, произошедших в ПА за заданное время. Так как поведение агента меняется в различных ситуациях, достаточно трудно определить обобщённую производительность агента.

В табл.1 отражены свойства агента, отображаемые указанными параметрами.

Таблица. 1. Свойства и параметры ПА

	Социальные способности	Активность	Реактивность	Мобильность
<b>ОТА</b>			✓	✓
<b>RTA</b>	✓		✓	✓
<b>EOF</b>		✓	✓	

В табл. 2 приведены экспериментальные данные по следующим агентам.

- ПА1, продающий книги (BookSellerAgent), – регистрирует себя в сети, добавляет книгу в каталог и устанавливает цену, после этого обрабатывает запросы и заказы от агентов покупателей.
- ПА2, покупающий книги (BookBuyerAgent), ищет агентов-продавцов требуемой книги. Он выбирает лучшую цену, покупает книгу, оформляет доставку.
- ПА3, отправляющий к ПА4 сообщения (TopicMessageSender).
- ПА4, получающий от ПА3 сообщения (TopicMessageReceiver).

Таблица. 2. Характеристики конкретных ПА

	<b>ОТА</b> (мин.)	<b>RTA</b> (сек.)	<b>EOF</b>
<b>ПА1</b>	4,6	52	0,02
<b>ПА2</b>	2	58	0.98
<b>ПА3</b>	0,7	10	0.98
<b>ПА4</b>	0,6	10	0,01

#### **4. Инструментальное ПО для разработки агентов**

Хотя ПА развиваются в течение многих лет, технология их реализации несовершенна, хотя имеется несколько платформ, позволяющих создавать агентов общего и предметно-ориентированного применения [15] [16](табл.3).

1. AgentBuilder – интегрированный набор инструментов создания интеллектуальных ПА. При его использовании необязательно иметь опыт в агентных технологиях или в построении интеллектуальных систем.

2. CybelePro – высокопроизводительная инфраструктура быстрой разработки агентов. Cybele-агенты использовались американским правительством, в промышленности, в военной логистике, в моделировании и управлении воздушным транспортом.

3. SeSAM – среда для разработки и моделирования агентов путем визуального программирования и визуализации данных моделирования.

4. JADE – популярная платформа разработки агентов и многоагентных систем в промышленной и академической сфере. Бесплатна. С открытым кодом.

5. GAMA – имитационная платформа моделирования и проектирования агентов, действующих на данных ГИС, БД или файлов; симуляции действий агентов и создания различных интерфейсов.

Таблица. 3. Сравнительная характеристика пяти ПА

	<b>Agent Builder</b>	<b>CybelePro</b>	<b>SeSAM</b>	<b>JADE</b>	<b>GAMA</b>
Языки программирования	KQML, Java, C, C++	Java	Java	Java	GAML
Пользовательская поддержка	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Высокая	Хорошая
Безопасность платформы	Слабая	Хорошая	Средняя	Высокая	Средняя
Поддержка семантических веб-технологий	Низкая	Низкая	Средняя	Низкая	Низкая
Соответствие FIPA	Полное	Нет	Частичное	Полное	Частичное
Производительность	Хорошая	Высокая	Хорошая	Высокая	Хорошая
Стоимость	\$100-4,500	\$600-4,000	Бесплатно	Бесплатно	Бесплатно

## 5. Анализ и обсуждение

В агентно-ориентированной методологии разработки ПО существует набор принципов и базовых понятий, основанных на определении агента [17].

- *Восприятие среды и ответные действия* фиксируют интерфейс между агентом и его средой. Агент может получать информацию с помощью некоторого датчика или чувствительных действий. Действия, выполняемые агентом, определяют способность ПА влиять на окружающую среду. Действия могут быть кратковременными и долгосрочными, направленными вовне и внутрь.
- *Цель* – то, над чем агент работает. Часто цели определяются как состояние мира, которое агент хочет осуществить. Важным аспектом является сохранение целей: если план достижения не выполняется, агент рассматривает альтернативные планы до тех пор, пока это не окажется невозможным или неaktuальным.

- *Событие* – то, на что агент должен реагировать. События могут восприниматься извне или возникать внутри агентов. Действия, сгенерированные событиями, соответствуют рефлексивным действиям без обдумывания. События определяют уровень реактивности агента.
- *Убеждение* – некоторый аспект знания или информации агента о себе, окружающей среде и других агентах.
- *План* – способ реализации цели. Поскольку агент находится в динамически меняющихся условиях, для ПА создается набор планов («библиотека рецептов»). Каждый план предусматривает функцию, которая указывает, применим ли план в текущей ситуации, и тело плана, который может быть выполнен.
- *Сообщение* – взаимодействие с другими агентами. Существует много форм такого взаимодействия.

Эти концепции связаны друг с другом через цикл выполнения (execution cycle), который реализует принятие решения агентом. Вот этот цикл.

1. Событие воспринимается и обрабатывается, обновляются убеждения, генерируются немедленные действия.
2. Обновляются цели и их приоритеты.
3. Из библиотеки планов выбираются планы для достижения цели и дальнейшей обработки события.
4. Выполняются шаги планов, которые, в свою очередь, приводят к новым событиям.

Вопросы верификации агентного ПО большинством методологий не рассматриваются. Приведём некоторые способы тестирования ПА [18].

- Структура Agile PASSI разрабатывает тестовый пакет инструментов специально для проверки агента. Планы испытаний готовятся до этапа кодирования, есть возможность генерировать драйвер для ускорения проверки агента. Подход плохо документирован и не предлагает помощь в разработке тестов.

- Полуавтоматический подход имитирует то, что человек-пользователь (тестер) делает в понимании ПО: создает и уточняет базу знаний об агентах и использует ее в проверке поведения агента во время выполнения им действий.
- Тестирование соответствия. Специальный тест-агент принимает формальную спецификацию агента. Затем операционная трасса агента сравнивается со спецификацией для обнаружения неисправностей.

## 6. О функционале информационного агента абитуриента

С учётом выше изложенного функционал ИнАгА должен обладать по меньшей мере следующими свойствами.

- **Поиск и отбор данных** о вузах, колледжах, центрах дополнительного образования и т.п. в зависимости от указанных пользователем значений показателей (сфера деятельности и род занятий, объект труда выпускника, имеющиеся у абитуриента навыки, местоположение учебного заведения, направления обучения, дисциплины вступительных испытаний, стоимость обучения и др.).
- **Профтестирование.** ИнАгА проводит тестирование пользователя (на основе тестов из интернета либо из собственной библиотеки), изучая склонности и способности абитуриента. По результатам предоставляет список подходящих профессий и соответствующих учебных заведений.
- **Помощь в подготовке к выпускным и вступительным экзаменам.** В частности, поиск данных по заданной тематике и пробные варианты тестирования с формированием истории тестирования.
- ИнАгА должен уметь воспринимать **рекомендации** родителей и друзей семьи абитуриента.
- Желаемым и продвинутым функционалом ИнАгА является **формирование проектов решения** для абитуриента в виде 5-7 наименований учебных заведений и специальностей в них для поступления, упорядоченных по степени обоснованности (надёжности) рекомендации (как в экспертных системах). На втором уровне интерфейса отображаются другие характеристики

выбранного учебного заведения. Окончательный вариант формируется после того, как абитуриент выделит адекватные свойства объекта в ходе просмотра рекомендаций ИнАгА.

### **Заключение**

К сожалению, авторами не обнаружено агентов-решателей, предлагающих варианты действий в заданных пользователем совокупности условий.

Предстоит уточнить программный инструментарий и технологию создания ПА. Затем разрабатывается техническое задание на проектирование. Само проектирование должно следовать унифицированному процессу (например, RAP). При этом целесообразно быстрое прототипирование, которое позволяет в режиме опытной эксплуатации находить ограничения, недостаток функций и оперативно совершенствовать программу.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ1.** Шапцев В.А. Информация.

Информационная технология. Актуальная точка зрения // Вестник ТюмГУ. 2010. №6. С. 88-99.

2. Агент // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 31.03.2017).

3. Филатов В.А. Об одном подходе к построению математической модели программного агента // Радиоэлектроника и информатика. 2003. №4. С. 48-51.

4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Санкт-Петербург: Питер, 2000. 384 с.

5. Намиот Д.Е., Сухомлин В.А., Шаргалин С.П. Программные агенты в ERP системах // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. №6. С. 49-53.

6. Intelligent Agent // Techopedia. URL: <https://www.techopedia.com/> (дата обращения: 02.04.2017).

7. Васильев С.Н. Интеллектуальное управление динамическими системами. Москва: Физматлит, 2000. 352 с.

8. Интеллектуальный агент // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 02.04.2017).
9. Многоагентная система // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 02.04.2017).
10. Программные агенты будущего // PCMag Russian Edition. URL: <http://ru.pcmag.com/> (дата обращения: 05.04.2017).
11. Agent Applications // AgentBuilder. URL: <http://www.agentbuilder.com/> (дата обращения: 03.04.2017).
12. Applications of Intelligent Agents // Software Agents. URL: <http://www.hermans.org/> (дата обращения: 06.04.2017).
13. Chen H., Tolle K. Intelligent Software Agents for Electronic Commerce // In: Handbook on electronic commerce / Ed. by Shaw J., Blanning R., Strader T., Winston A. Berlin: Springer, 2000.
14. Mahar S., Bhatia P. Designing metrics to evaluate the performance of Agent // International Journal of Innovations & Advancement in Computer Science. Dec 2014. Vol. 3. No. 10. pp. 86-91.
15. Badica C., Budimac Z., Burkhard H.D., Ivanovic M. Software Agents: Languages, Tools, Platforms // Computer Science and Information Systems. May 2011. Vol. 8. No. 2. pp. 255-298.
16. Kravari K., Bassiliades N. A Survey of Agent Platforms // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2015. Vol. 18. No. 1. P. 11.
17. Padgham L., Winikoff M. Developing Intelligent Agent. Milton: Wiley, 2004. 225 pp.
18. Houhamdi Z. Multi-Agent System Testing: A Survey // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2011. Vol. 2. No. 6. pp. 135-141.