

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АГЕНТОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ДИНАМИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР****И. Г. Оксанич, И. В. Шевченко, О. В. Калюжный, В. А. Мизин**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: oksirena2017@gmail.com

Автоматизация бизнес-процессов должна реализовываться таким образом, чтобы бизнес-операции выполнялись совместно человеком-оператором и интеллектуальными агентами. Это ускоряет и удешевляет бизнес-процессы за счет меньшего участия человека. Такая роботизация порождает ряд проблем, таких, как необходимость разностороннего моделирования процессов, происходящих в организации, где одновременно выполняется множество бизнес-процессов и множество бизнес-операций. В работе решаются следующие задачи: построение модели взаимодействия агентов; распределение функции между агентами; разработка таблиц взаимодействия агентов; разработка комплекса информационных процессов в составе информационной технологии динамического формирования исполнительных структур. Предложенная модель взаимодействия агентов, содержит три уровня: уровень исполнения, уровень мониторинга, уровень диспетчеризация. Модель отличается учетом множества функций и отношений ролей в процессе выполнения бизнес-процессов и бизнес-операций, позволяет осуществлять контроль загрузки и состояние всех рабочих мест, длину очередей, диагностику сбоев и осуществлять динамическое распределение по АРМ заявок на выполнение бизнес-операций. Это дает возможность эффективной автоматизации и роботизации процессов с минимальными потерями на ожидание выполнения заявок. Разработан также комплекс взаимосвязанных информационных процессов в рамках информационной технологии динамического формирования исполнительных структур в автоматизированной организационно-технической системы. При изменении режима работы подразделения команда интеллектуальных агентов выбирает лучшие условия для многофазного обслуживания заявок. Это позволяет сократить потери на ожидание и повысить ритмичность выполнения бизнес-процессов.

Ключевые слова: организационная система, бизнес-процессы, команда агентов, модель взаимодействия, информационная технология.

**ВЗАЄМОДІЯ АГЕНТІВ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ
ДИНАМІЧНОГО ФОРМУВАННЯ ВИКОНАВЧИХ СТРУКТУР****І. Г. Оксанич, І. В. Шевченко, О. В. Калюжний, В. А. Мізін**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: oksirena2017@gmail.com

Автоматизація виконання бізнес-процесів повинна реалізуватися таким чином, щоб бізнес-операції виконувалися спільно людиною-оператором і інтелектуальними агентами. Це дає можливість контролю діяльності ботів і підвищує надійність виконання операцій, а з іншого боку - прискорює і здешевлює бізнес-процеси за рахунок меншого участі людини. Така роботизація породжує ряд проблем, таких, як необхідність різнобічного моделювання процесів, що відбуваються в організації, де одночасно виконується множина бізнес-процесів і множина бізнес-операцій. Для усунення цієї проблеми необхідно розробити моделі та принципи взаємодії інтелектуальних агентів і людей – менеджерів і виконавців при реалізації інформаційної технології динамічного формування виконавчих структур в рамках автоматизованої організаційно-технічної системи. В роботі вирішуються наступні завдання: побудова моделі взаємодії агентів; розподіл функції між агентами; розробка таблиць взаємодії агентів; розробка комплексу інформаційних процесів в складі інформаційної технології динамічного формування виконавчих структур. Запропоновано модель взаємодії інтелектуальних агентів, що містить три рівні: рівень виконання, рівень моніторингу, рівень диспетчеризація. Модель відрізняється урахуванням безлічі функцій і відносин ролей в процесі виконання бізнес-процесів і бізнес-операцій, що дозволяє здійснювати контроль завантаження та стан всіх робочих місць, довжину черг, діагностику збоїв і здійснювати динамічний розподіл по АРМ заявок на виконання бізнес-операцій. Це дає можливість ефективної автоматизації і роботизації процесів з мінімальними втратами на очікування виконання заявок. Розроблено також комплекс взаємопов'язаних інформаційних процесів в рамках інформаційної технології динамічного формування виконавчих структур в автоматизованій організаційно-технічної системи. При зміні режиму роботи підрозділу команда інтелектуальних агентів вибирає найкращі умови для багатофазного обслуговування заявок. Це дозволяє скоротити втрати на очікування і підвищити ритмічність виконання бізнес-процесів.

Ключові слова: організаційна система, бізнес-процеси, команда агентів, модель взаємодії, інформаційна технологія.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Технологии использования интеллектуальных агентов в данное время влияют на каждый аспект нашей жизни, и не в последнюю очередь на то, как организовано производство. Стало возможным автоматизировать зада-

чи, ранее выполняемые только человеком, но, кроме того, появляются новые задачи и виды деятельности, в которых люди могут продуктивно работать в кооперации с интеллектуальными агентами [1–4]. Перспективным направлением продуктивного использо-

вания такой кооперации является применение многоагентных систем в организационно-технических системах (ОТС). ОТС – это множество взаимосвязанных материальных объектов (технических средств и персонала, обеспечивающего их функционирование и применение по назначению), предназначенных для непосредственного выполнения бизнес-процессов (БП). Другими словами, любое подразделение фирмы, по сути, является ОТС. И если непосредственно в производстве роботизация уже давно является неотъемлемой частью процессов, то на уровне планирования, учета и управления роботизация делает первые шаги. С другой стороны, повсеместно распространены так называемые боты, – программные роботы-агенты, принимающие участие в коммуникациях между пользователями и организациями, выполняющие несложные операции по учету и продажам и рекламе.

Автоматизация выполнения бизнес-процессов в ОТС должна реализовываться таким образом, чтобы бизнес-операции (БО) выполнялись совместно человеком-оператором (h-агентом) и b-агентом (ботом). Это дает возможность контроля деятельности ботов и повышает надежность выполнения БО, а с другой стороны – ускоряет и удешевляет бизнес-процессы за счет меньшего участия человека. Такая роботизация в рамках ОТС порождает ряд проблем, таких, как необходимость разностороннего моделирования процессов, происходящий в ОТС, где одновременно выполняется множество БП и множество БО.

Одной из проблем при роботизации ОТС является синтез многоагентной системы и взаимодействие агентов в процессе преобразования ресурсов [5]. Анализируя особенности реализуемых бизнес-процессов, можно обнаружить множество потенциальных критических ситуаций: задержки по времени выполнения функций, отмену ранее совершенных действий, перераспределение исполнителей, лишние действия в процессе, неэффективных исполнителей. Таким образом, определение способов взаимодействия агентов в информационной технологии управления процессам в ОТС является актуальной задачей.

При разработке модели взаимодействия агентов необходимо учитывать следующее [6–8]: каждый агент играет одну или несколько предустановленных ролей, границы которой определены его компетенцией; агенты существуют и принимают решения в условиях информационной зависимости, каждый агент обладает ограниченной информацией, что влечет необходимость информационного обмена между ними; агенты обладают ограниченной компетенцией и возможностями, что может быть восполнено путем привлечения знаний и функциональных возможностей других агентов; агенты должны согласовывать и синхронизировать свои действия при решении общих задач.

В работе [9] сформулированы три базовых принципа координации в сложных многоуровневых системах. Они хорошо известны. К ним относятся прогнозирование взаимодействий, реализация взаимодействий и оценка взаимодействий. Эти принципы

принимают конкретную алгоритмическую форму в рамках конкретной математической модели и конкретного приложения. Наиболее известные алгоритмы координации базируются, например, на назначении и согласовании локальных показателей качества, оптимизация которых ведет к оптимизации глобального показателя, на распределении общего ресурса, согласовании значений общих переменных и др. В рамках сложной системы эти принципы могут дополнительно комбинироваться. Все эти особенности и вызывают необходимость координации действий агентов.

При разработке общего подхода к организации взаимодействия агентов необходимо также уделить внимание распределению функций централизованного и децентрализованного управления агентами, таких, как распределения функций распознавания ситуаций, возникающих при отработке операций.

Для распознавания ситуаций в многоагентных системах хорошо зарекомендовали себя продукционные правила вида «Если условие, то действие», которые позволяют описать в естественной форме достаточно сложное поведение агента в изменяющейся внешней среде [10, 11]. Они дают возможность агенту оценивать состояние внешней среды и предпринимать соответствующие действия. Применение продукционных правил обеспечивает гибкость агентных моделей, которая проявляется в удобстве модификации (старые правила можно изменять и заменять на новые относительно независимо от других правил) и возможности дообучения агентов (добавление новых правил происходит относительно независимо от других). В то же время критические ситуации могут происходить вне поле зрения отдельных агентов, поэтому следует отдать предпочтение централизованному принципу взаимодействия и возложить на агента-диспетчера функции: распознавания внешних по отношению к агентам ситуаций и принятия решения по ситуациям, о которых сообщают агенты. Последнее оправдано и тем, что в распоряжении диспетчера имеется гораздо больше информации, чем в распоряжении любого агента с ограниченной компетенцией.

Целью работы является разработка модели и принципов взаимодействия интеллектуальных агентов и людей – менеджеров и исполнителей при реализации информационной технологии динамического формирования исполнительных структур в рамках автоматизированной ОТС.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- построение модели взаимодействия агентов;
- распределение функций между агентами;
- разработка таблиц взаимодействия агентов;
- разработка комплекса информационных процессов как информационной технологии динамического формирования исполнительных структур в рамках автоматизированной ОТС.

Данная статья является продолжением работ, результаты которых опубликованы в [12–14].

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Поскольку ОТС в работе представлена как множество автоматизированных рабочих мест (АРМ), примем, что группы АРМ находятся в ведении агентов-мониторов. Эти агенты реализуют на каждом АРМ алгоритмы контроля очередности и успешности выполнения БО на данном АРМ, а также диагностику ошибок при выполнении БО и периодическое формирование сводки состояния всех БО и АРМ для агента-диспетчера ОТС.

На уровне ОТС агент-диспетчер определяет последовательность выполнения БО для всех актуальных БП, а также назначает локализацию и очередность выполнения всех БО в сети АРМ. Диспетчер контролирует загрузку и состояние всех АРМ, длину очередей, диагностирует сбои и осуществляет динамическое распределение БО по АРМ. Диспетчер фиксирует начало и окончание всех БП, осуществляет расчет эффективности выполнения БО и БП, формирует отчеты для менеджеров ОТС.

Связи между мониторами и диспетчером формируются для таких случаев:

- последовательное выполнение БО в рамках БП;
- параллельное выполнение БО в рамках БП;
- возникновение критической ситуации на АРМ.

В случае возникновения внутренней критической ситуации монитор распознает ее и принимает соответствующее решение в рамках своей компетенции. Одновременно монитор АРМ генерирует сообщение диспетчеру, который реализует или принимает решение по устранению ситуации.

Модель взаимодействия агентов. Модель взаимодействия между агентами можно представить набором:

$$IM = \langle L(RD, V, D_s, D_p, MS), P_A, r_s, r_t, RI \rangle, \quad (1)$$

где L – язык диалога; RD – правила формирования сообщений; SR – множество словарей, содержащих стандартизованные сообщения, в том числе, в виде ключевых словосочетаний; D_s – множество ситуаций, приведших к генерации сообщения; D_p – множество решений по ситуациям; P_A – протокол обмена сообщениями; r_s – роль агента-отправителя; r_t – роль агента-получателя; $RI \subseteq r_s \times r_t$ – отношения ролей в процессе взаимодействия; MS – стандартное сообщение, имеющее вид:

$$MS = \langle T, T_M, M \rangle, \quad (2)$$

где T – время сообщения, соотнесенное со временем процесса выполнения БО; T_M – ключевая тема сообщения; M – содержание сообщения.

Перечислим функции агентов и определим их отношения.

Функции диспетчера:

1. Контроль очереди БП и ранжирование этой очереди по стоимости задержек.
2. Контроль очередей заявок на выполнение БО при помощи механизма указателей (длина каждой очереди измеряется как в единицах, так и по времени, и по стоимости задержки).
3. Ранжирование очередей по стоимости задержек отдельных заявок.

4. Маршрутизация – формирование заявок и их рассылка по мониторам АРМ с указанием БП, этапа, исходных данных и требуемых результатов.

5. Расчет показателя эффективности отдельных БО и БП в целом с использованием норм времени, цен задержек, норм оплаты времени h-агентов.

6. Получение информации от мониторов:

6.1 Ведение базы данных мониторинга работы АРМ, включая состояния заявок, флаги начала и окончания процесса выполнения БО, флаги приостановки, флаги повторного выполнения, флаги окончания очереди, отметки времени и периоды времени выполнения по каждой БО, периоды простоя АРМ.

6.2. Проверка логических условий окончания выполнения нескольких процессов при переходе к следующей БО данного БП.

7. Диагностика критических ситуаций на уровне ОТС. Принятие решений и их реализация.

8. Принятие и реализация решений по сообщению о критических ситуациях на АРМ.

9. Оптимизация значений параметров стратегии управления очередями.

10. Ситуативная коммуникация с менеджером ОТС.

Функции монитора:

1. Прием заявок и их первичная обработка.

2. Запуск и остановка процесса выполнения заявки с выдачей соответствующих флагов.

3. Ведение таблицы состояний заявок. Ведение лог-файла по каждому процессу выполнения заявки.

4. Приостановка процесса – исключение из очереди на выполнение внутри цикла выполнения трех процессов (обход процесса) – флаг приостановки.

5. Повторение процесса в случае необходимости.

6. Диагностика критических ситуаций на уровне АРМ и БО. Отправка соответствующих сообщений диспетчеру.

7. Ситуативная коммуникация с h-агентом

Функции b-агента:

1. Исполнение программы-сценария БО, к которой привязано задание и исходные данные.

2. Ситуативная коммуникация с h-агентом.

3. Ситуативная коммуникация с монитором.

Согласно выражению (1) составим таблицы отношений между ролями агентов (табл. 1...3). Обозначим: «П» – получать от...; «О» – отправлять к...; «←» – нет связи.

Таблица 1 – Таблица коммуникаций агента-диспетчера

Функция агента	Агенты адресаты		
	h-агент	Монитор	Менеджер ОТС
1	–	–	–
2	–	П	О
3	–	–	–
4	О	О	–
5	–	–	О
6	–	П	–
6.1	–	П	О
6.2	–	–	–
7	П	П	П/О
8	П/О	П/О	П/О

Таблица 2 – Таблица коммуникаций агента-монитора

Функция агента	Агенты адресаты		
	h-агент	Диспетчер	Менеджер ОТС
1	–	–	–
2	–	П	О
3	–	–	–
4	–	–	–
5	–	О	–
6	–	О	–
7	–	О	О
8	П/О	–	–

Таблица 3 – Таблица коммуникаций b-агента (агента-исполнителя)

Функция агента	Агенты адресаты	
	h-агент	Монитор
1	–	П/О
2	П/О	П/О
3	–	–
4	–	–
5	–	О
6	–	О
7	–	О
8	П/О	–

Выражения (1) и (2) и табл. 1– 3 составляют модель взаимодействия агентов разных ролей в процессе выполнения БП и в процессе динамической маршрутизации заявок. На основе перечня функций агентов и модели их взаимодействия разработан комплекс взаимосвязанных информационных процессов, схемы которого показаны на рис. 1–3. Схема на рис. 1 отображает последовательность и связь процессов сбора данных, контроля ситуаций, управления очередями заявок расчета показателей эффективности, которые реализует агент-диспетчер ОТС.

Схема на рис. 2 отображает последовательность и связь процессов сбора данных по АРМ, контроля ситуаций на уровне БО, управления и контроля процессами выполнения заявок парой h-агент–b-агент. Схема на рис. 3 показывает последовательность и связь процессов на уровне b-агента (агента-исполнителя), который контактирует с h-агентом в процессе выполнения БО. Совокупность процессов на трех уровнях образует схему информационной технологии динамического формирования исполнительных структур в организационно-технической системе. В основе технологии лежит стратегия управления очередями, описание которой дано в работе [14]. Стратегию реализует и адаптирует агент-диспетчер. Схема информационных процессов оптимизации адаптивной стратегии управления очередями показана на рис. 4.

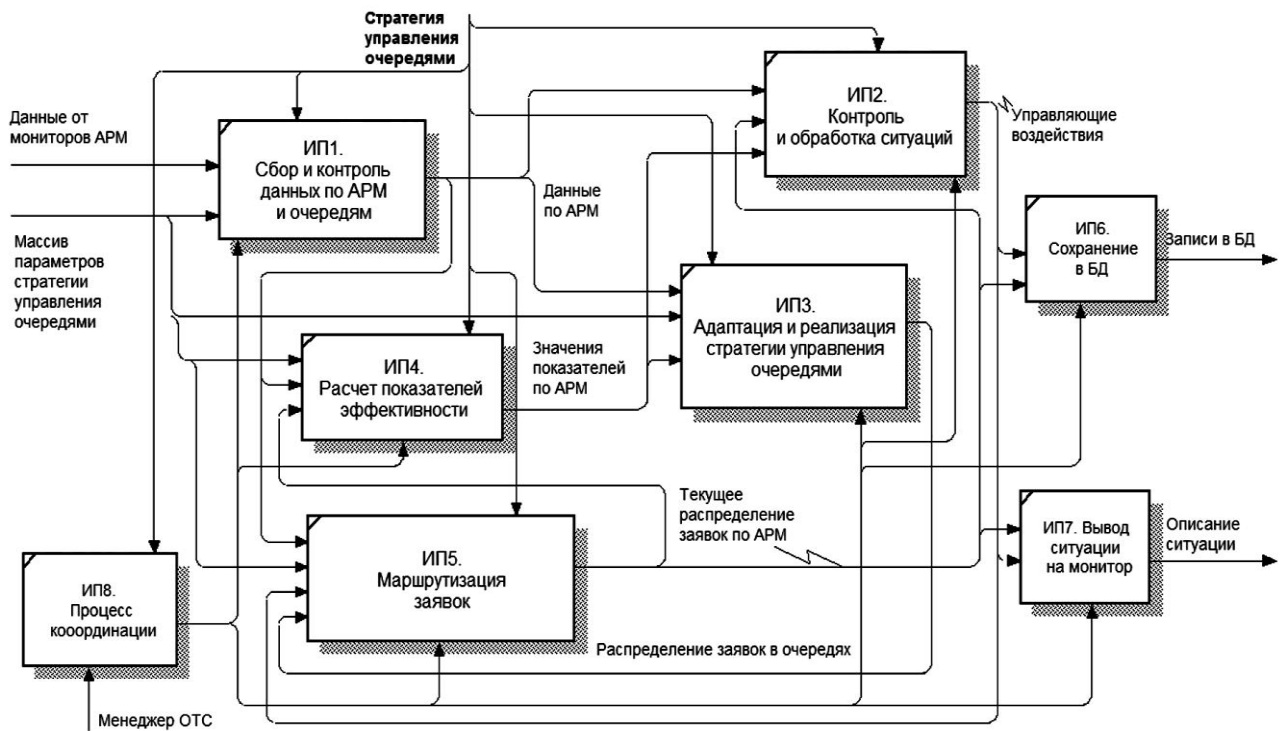


Рисунок 1 – Схема информационных процессов агента-диспетчера

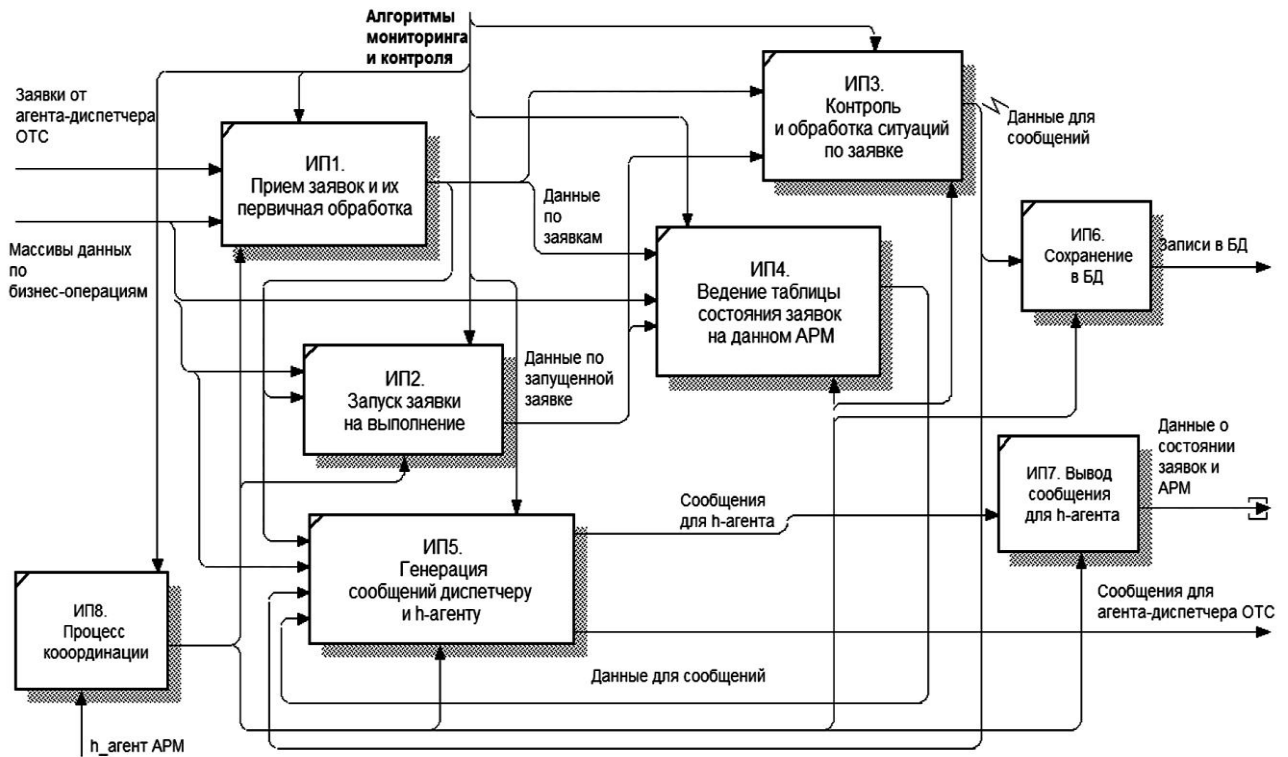


Рисунок 2 – Схема информационных процессов агента-монитора

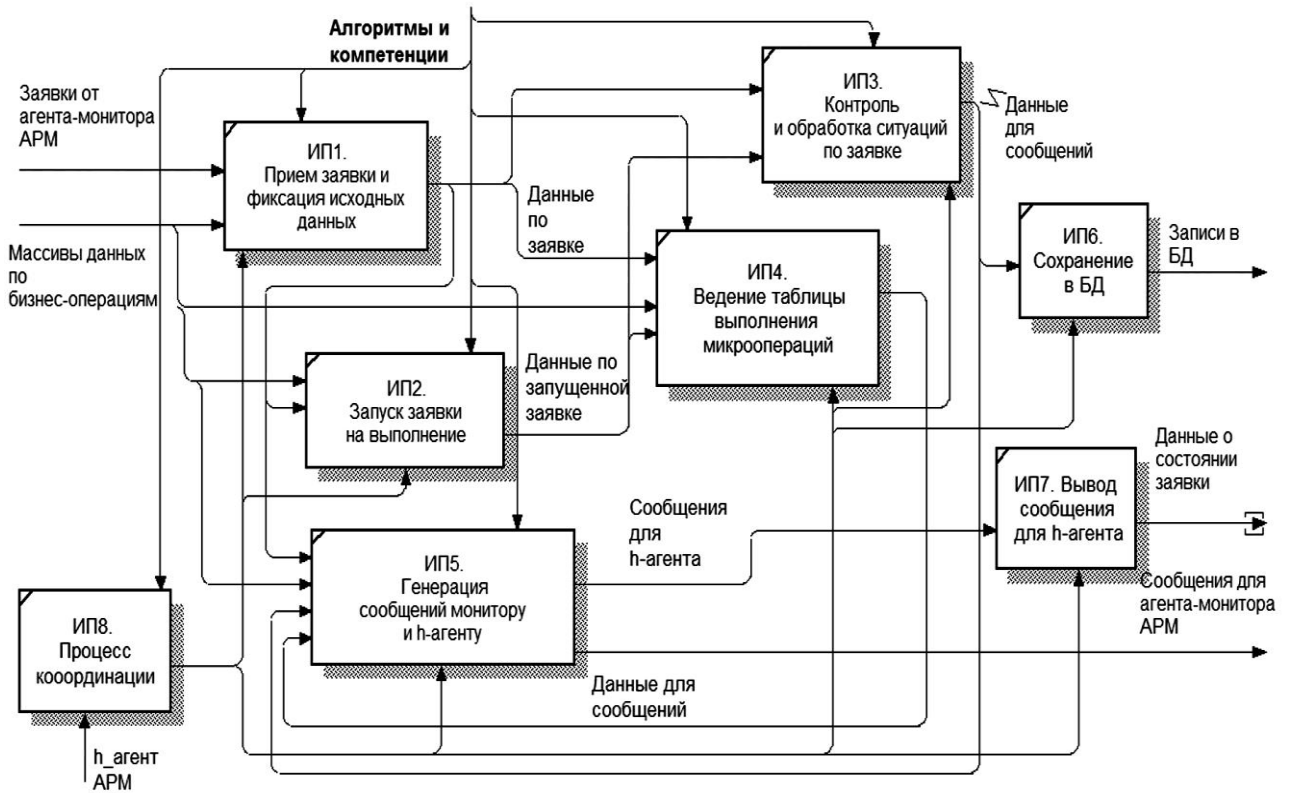


Рисунок 3 – Схема информационных процессов агента-исполнителя

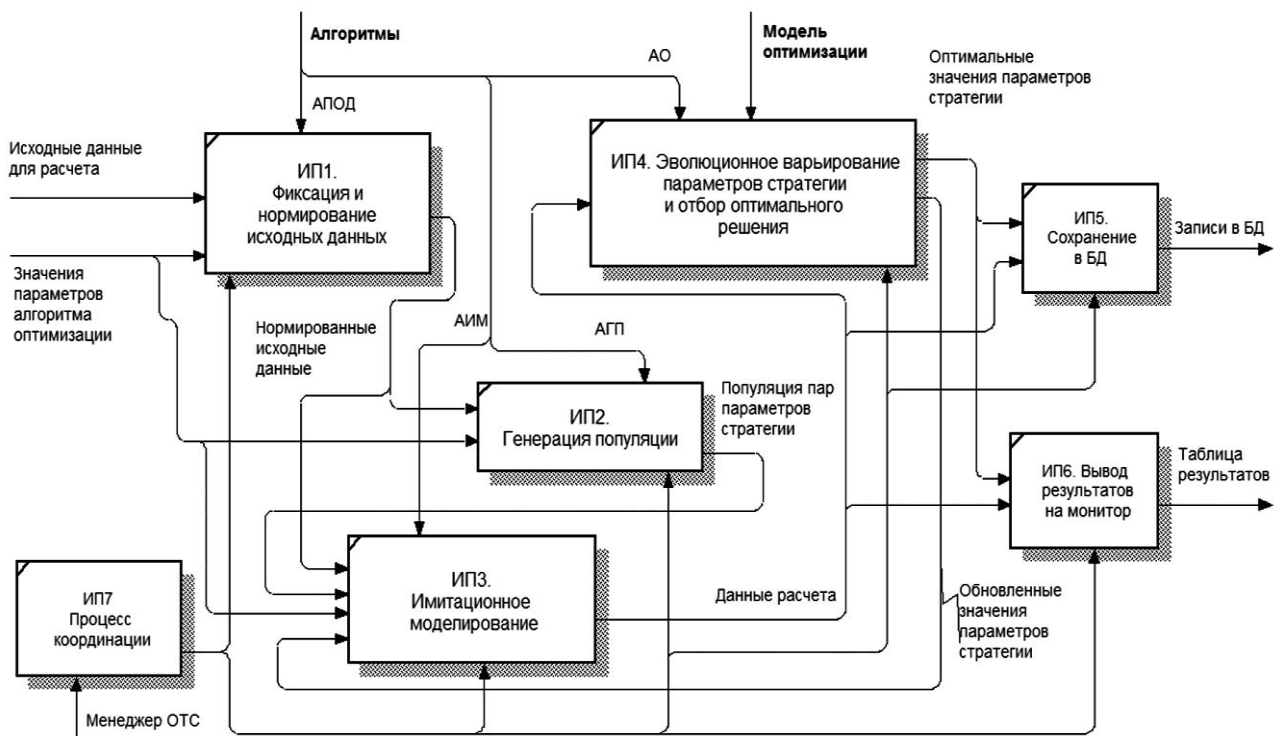


Рисунок 4 – Схема информационных процессов оптимизации стратегии управления очередями в ОТС

ВЫВОДЫ. Разработана модель взаимодействия агентов разных ролей в составе автоматизированной организационно-технической системы, отличающаяся учетом множества функций и отношений ролей в процессе выполнения бизнес-процессов и бизнес-операций, что позволяет осуществлять контроль загрузки и состояния всех рабочих мест, длину очередей, диагностику сбоев и осуществлять динамическое распределение по АРМ заявок на выполнение бизнес-операций.

Разработан комплекс взаимосвязанных информационных процессов в рамках информационной технологии динамического формирования исполнительных структур в автоматизированной организационно-технической системе. Это дает возможность эффективной автоматизации и роботизации процессов с минимальными потерями на ожидание выполнения заявок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А. А., Теленик С. Ф. Информационные технологии и алгоритмизация управления. К.: Техніка, 2002. 344 с.
2. Черняк Л. И. От адаптивной структуры – к адаптивному предприятию. *Открытые системы*. 2004. № 9. С. 30–35.
3. Массель Л. В., Гальперов В. И. Разработка многоагентных систем распределенного решения энергетических задач с использованием агентных сценариев. *Известия Томского политехнического университета*. 2015. Т. 326. № 5. С. 45–53.

4. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 352 с.

5. Аксенов К. А., Гончарова Н. В. Динамическое моделирование мультиагентных процессов преобразование ресурсов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 311 с.

6. Каляев И. А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 279 с.

7. Городецкий В. И. Теория, модели, инфраструктуры и языки спецификации командного поведения автономных агентов. Обзор (Часть 1). *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2011. № 2. С. 19–30.

8. Городецкий В. И. Теория, модели, инфраструктуры и языки спецификации командного поведения автономных агентов. Обзор (Часть 2). *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2011. № 3. С. 34–47.

9. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такахара; пер. с англ. Э. Л. Наппельбаума; под ред. В. С. Емельянова. М.: Мир, 1978. 312 с.

10. Andon Ph., Deretsky V. Control Oriented Ontology and Process Description for Cooperation Agents in Information Retrieval // Sixth International Scientific Conference „Electronic Computers and Informatics ECI'2004". Kosice - Herlany, Slovakia; September 22-24, 2004. Pp. 14–18.

11. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: ПИТЕР, 2001. 384 с.

12. Оксанич И. Г., Шевченко И. В., Краснопольская Ю. А. Отображение описания бизнес-процесса в операционное пространство организационно-технической системы. *Радіоелектроніка та інформатика*. 2019. № 2. С. 54–60.

13. Шевченко И. В., Оксанич И. Г., Конох И. С. Модель и метод динамического формирования исполнительных структур в роботизированных

организационно-технических системах. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 5 (118). С. 103–109.

14. Шевченко И. В., Оксанич И. Г., Савушкин П. Д. Адаптивная стратегия управления очередями в автоматизированной организационно-технической системе. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 6(119). С. 68–76.

INTERACTION OF AGENTS IN THE INFORMATION TECHNOLOGY FOR DYNAMIC FORMATION OF EXECUTIVE STRUCTURES

I. Oksanych, I. Shevchenko, O. Kaliuzhnyi, V. Mizin

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: oksirena2017@gmail.com

Purpose. One of the problems in the robotization of organizational and technical systems is the synthesis of a multi-agent system and the interaction of agents in business processes. Automation of business processes should be implemented in such a way that business operations are carried out jointly by the human operator and intelligent agents. This makes it possible to control the activities of bots and increases the reliability of operations, and on the other hand, speeds up and reduces the cost of business processes due to less human participation. The aim of the work is to develop models and principles for the interaction of intelligent agents and people-managers and executors in the implementation of information technology for the dynamic formation of executive structures within the framework of an automated organizational and technical system. To achieve this goal, the following tasks are solved in the work: building a model of agent interaction; distribution of functions between agents; development of a complex of information processes as part of information technology. **Methodology.** System analysis, theory of multi-agent systems, queuing theory. **Findings.** In the process of developing a model for the interaction of agents, the heterogeneity of applications due to the diversity of processes was taken into account; cost of delayed operations; heterogeneity of service devices due to limitations in the competencies of employees. Taking these factors into account, a model for the interaction of intelligent agents has been developed, which contains three levels: the level of execution, the level of monitoring, and the level of dispatch. **Originality.** A model is proposed for the interaction of agents of different roles in the organizational and technical system, which differs by taking into account the many functions and role relationships in the process of performing business processes, which allows monitoring the load and status of all workstations, queue lengths, diagnosing failures, and monitoring and dynamic distribution of AWP of applications for business operations. A complex of interconnected information processes has also been developed within the framework of information technology for the dynamic formation of executive structures in an automated organizational and technical system. **Practical value.** When changing the operating mode of the unit, the team of intelligent agents selects the best conditions for multiphase service applications. This allows you to reduce waiting time and increase the rhythm of business processes. References 14, tables 3, figure 4.

Key words: organizational system, business processes, team of agents, interaction model, information technology.

REFERENCE

1. Pavlov, A. A., Telenik, S. F. (2002), *Informatcionnye tekhnologii i algoritimizatsiia upravleniia* [Information Technology and Management Algorithmization], Kyiv, Tehnika, 344 p.

2. Cherniak, L. I. (2004), "Ot adaptivnoi struktury – k adaptivnomu predpriiatiiu" [From adaptive structure – to adaptive enterprise], *Otkrytye sistemy* [Open systems], no. 9, pp. 30-35.

3. Massel, L. V., Galperov, V. I. (2015), "Development of multi-agent systems for distributed solutions of energy problems using agent-based scenarios", *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, vol. 326, no. 5, pp. 45-53.

4. Tarasov, V. B. (2002), *Ot mnogoagentnykh sistem k intellektualnym organizatsiiam: filozofii, psikhologii, informatika* [From multi-agent systems to intelligent organizations: philosophy, psychology,

computer science], Editorial URSS, Moscow, Russia, 352 p.

5. Aksenov, K. A., Goncharova, N. V. (2006), *Dinamicheskoe modelirovanie multiagentnykh protsessov preobrazovaniia resursov* [Dynamic modeling of multi-agent resource conversion processes], GOU VPO UGTU-UPI, Ekaterinburg, Russia, 311 p.

6. Kaliaev, I. A., Gaiduk, A. R., Kapustian, S. G. (2009), *Modeli i algoritmy kollektivnogo upravleniia v gruppakh robotov* [Models and algorithms of collective control in groups of robots], FIZMATLIT, Moscow, Russia, 279 p.

7. Gorodetskii, V. I. (2011), "Teoriia, modeli, infrastruktury i iazyki spetsifikatsii komandnogo povedeniia avtonomnykh agentov. Obzor (Chast 1)" [Theory, models, infrastructures, and languages specifying the command behavior of autonomous agents. Overview (Part 1)], *Artificial Intelligence and*

Decision Making, no. 2, pp. 19-30.

8. Gorodetskii, V. I. (2011), "Teoriia, modeli, infrastruktury i iazyki spetsifikatsii komandnogo povedeniia avtonomnykh agentov. Obzor (Chast 2)" [Theory, models, infrastructures, and languages specifying the command behavior of autonomous agents. Overview (Part 2)], *Artificial Intelligence and Decision Making*, no. 3, pp. 34-47.

9. Mesarovic, M. D., Takahara, Y. (1978), *General systems theory: mathematical foundations*, Mir, Moscow, Russia, 312 p.

10. Andon, Ph., Deretsky, V. (2004), "Control Oriented Ontology and Process Description for Cooperation Agents in Information Retrieval", *Sixth International Scientific Conference "Electronic Computers and Informatics ECI'2004"*, Kosice, Slovakia, pp. 14-18.

11. Gavrilova, T. A., Khoroshevskii, V. F. (2001), *Bazy znaniy intellektualnykh sistem [Intelligent Systems Knowledge Base]*, PITER, Sankt-Pereburg, Russia, 384 p.

12. Oksanych, I. H., Shevchenko, I. V., Krasnopol'ska, Yu. A. (2019), "Displaying a description of a business process in the operational space of an organizational technical system", *Radioelectronics & Informatics*, no. 2, pp. 54-60.

13. Shevchenko, I., Oksanych, I., Konokh, I. (2019), "Model and method of dynamic formation of executive structures in robotized organizational-technical systems", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, iss. 5 (118), pp. 103-109.

14. Shevchenko, I. V., Oksanych, I. H., Savushkyn, P. D. (2019), "Adaptive queue management strategy in an automated organizational technical system", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, iss. 6 (119), pp. 103-109.

Стаття надійшла 05.01.2020.