

ПОИСК ПРОПОРЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Иващенко А.В.¹, Диязитдинова А.Р.², Кривошеев А.В.¹, Никифорова Т.В.¹

¹ Самарский государственный технический университет, Самара, РФ

² Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: anton-ivashenko@yandex.ru

Рассматривается проблема поиска оптимального баланса в распределении функций на современном предприятии между персоналом и интеллектуальными компонентами систем управления и поддержки принятия решений. Предложена модель взаимодействия программных агентов и лиц, принимающих решения (актеров), которая предназначена для определения наилучшего соотношения между несколькими агентами и исполнителями с точки зрения синхронизации их фокуса, а также для выработки наиболее эффективных стратегий профессионального развития сотрудников предприятия. Даны рекомендации по оптимизации пропорции естественного и искусственного интеллекта в прикладных задачах с учетом влияния человеческого фактора в условиях активного внедрения интеллектуальных технологий в рамках построения цифровой экономики. Решение данной проблемы проиллюстрировано на примере организации сбора и обработки данных приборов учета электроэнергии в определенной информационно-коммуникационной системе, реализующей функции, выполняемые операторами с помощью мобильных устройств связи и интеллектуальным программным обеспечением на базе искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: *цифровая экономика, искусственный интеллект, интегрированная информационная среда, человеко-машинное взаимодействие*

Введение

Развитие цифровой экономики предусматривает активное и повсеместное внедрение систем искусственного интеллекта, роботизацию и виртуализацию взаимодействия в интегрированной информационной среде. Современные системы распознавания изображений, текста и голоса, средства автоматического сбора и накопления информации, технологии анализа больших данных позволяют заменить человека его цифровым двойником. Учитывая более высокую надежность и производительность программно-аппаратных комплексов, такой подход приведет к тотальному перестроению организационной структуры предприятий и, как следствие, переосмыслению оставшимся персоналом своей роли в бизнесе.

Следует отметить, что эта роль не так мала. Высокая изменчивость бизнес-процессов, способность к адаптации к внешним изменениям, которую может обеспечить профессиональный и мотивированный персонал предприятия, пока недоступна интеллектуальным системам, требующим высоких временных и материальных затрат на перенастройку и внедрение. Например, системы распознавания изображений, построенные на базе искусственных нейронных сетей, предполагают скрупулезный подбор и разметку обучающей выборки. При этом свойство адаптации совершенно необходимо для сохранения конкурентоспособности современного предприятия.

Таким образом, актуальной является проблема поиска оптимального баланса в распределении функций на современном цифровом предприятии между персоналом и интеллектуальными компонентами систем управления и поддержки принятия решений. Кроме этого, необходимо производить адекватный прогноз развития интеллектуальных технологий и обеспечить выработку наиболее эффективных стратегий профессионального развития сотрудников предприятия в цифровых социальных и экономических системах. В данной статье приводится модель для описания и постановки такого рода задач в прикладных приложениях и предложены рекомендации по ее реализации на практике.

Обзор существующих разработок

Современные разработки в области искусственного интеллекта и дополненной реальности [1; 2] предоставляют широкие возможности в различных сферах цифровой экономики. Наиболее значимые результаты достигаются в области визуализации данных и поддержки принятия решений, направленных на развитие существующих приложений новыми возможностями сбора, обработки и управления данными. Реализуя эти технологии, традиционные компании превращаются в компании с цифровым мышлением, идущие по пути цифровой трансформации с учетом

современных аспектов применения информационных технологий [3]. При этом большие надежды связываются с внедрением искусственного интеллекта в робототехнике, направленным на замену операторов автономными техническими устройствами. Несмотря на успех решений такого рода в промышленных приложениях, проблема взаимодействия людей и роботов в общем пространстве все еще остается открытой.

Совместная работа программно-аппаратных компонентов с автономным поведением и искусственным интеллектом и персонала предприятия идентифицируется как смешанный интеллект. Данные возможности широко рассматриваются в коллаборативной робототехнике [4]. Большинство разработчиков прилагают усилия, чтобы избежать такого взаимодействия или сократить его до минимально необходимых операций, связанных с запуском, настройкой и обслуживанием оборудования. Другие вводят ограничения по времени и пространству (например, размещают роботизированное оборудование в специальных закрытых помещениях или боксах).

Однако дальнейшее развитие цифровой экономики приведет к необходимости нарушить строгое разделение сфер деятельности. Сотрудникам цифровых предприятий придется иметь дело с роботами, а производственная система, в которой ранее человек был главным игроком, при этом превращается в комбинированную среду, в которой человек работает в сочетании с автономными комплексами, устройствами и программами. Поэтому роль искусственного интеллекта в различных сферах жизни человека значительно возрастет.

Проблемы построения смешанного интеллекта тесно связаны с его определением. Когнитивные вычисления [5], основа искусственного интеллекта, подразумевают симуляцию активности человеческого мозга, которая позволяет машинам обрабатывать информацию, изучать мир и анализировать события, подобно людям, возможно, более продуктивно. Искусственный интеллект эффективно используется в таких областях, как производство, электроэнергетика, бизнес, медицина, образование, логистика, торговля, банковское дело и т. д.

Концепция «Индустрия 4.0» [6; 7] объявляет взаимодействие человека и искусственного интеллекта одной из основных целей. Взаимодействие означает способность машин, устройств, датчиков и людей соединяться и общаться друг с другом через **Internet вещей** или **Internet людей**. Эти процессы обладают свойством само-

организации, в связи с чем в распределенных сетях автономных сущностей необходимо применять методы децентрализованного управления. Это обеспечивает способность киберфизических систем принимать решения самостоятельно. Для реализации такого рода систем имитационного моделирования и управления широко применяются мультиагентные технологии [8; 9].

Практическое использование мультиагентных моделей базируется на следующих основных предположениях. Во-первых, программные агенты должны соответствовать реальным активным субъектам по целям, ограничениям и логике взаимодействия. Это возможно для простых агентов, когда логику принятия решений можно задавать в виде правил в базе знаний. В случае введения более сложных агентов, таких как, например, интернет-боты, применение данных моделей затрудняется. Во-вторых, сложно обеспечить эффективное взаимодействие компьютерных агентов и действующих лиц в реальном времени из-за необходимости координировать это взаимодействие и обрабатывать непредсказуемые отклонения от бизнес-процессов, вызванные влиянием человеческого фактора.

Для реализации баз знаний используют механизмы семантического описания предметной области в форме онтологии [10; 11]. Онтология может быть реализована в форме семантической сети, состоящей из понятий (концептов), атрибутов, отношений и правил и описывающей ситуацию с predeterminedной точки зрения. Онтологии лиц, принимающих решения, обычно различаются в силу субъективного характера восприятия, хотя в определенной проблемной области акторы склонны находить консенсус. В связи с этим в системах поддержки принятия решений обычно удается построить такую онтологию, которая может рассматриваться участниками взаимодействия как обезличенная и объективная. Онтологии компьютерных агентов могут быть формально predeterminedены и использованы для спецификации конкретной логики их поведения.

В некотором смысле эти проблемы решаются в рамках субъектно-ориентированного подхода к управлению бизнес-процессами (S-BPM), который рассматривает процесс как совместную работу нескольких субъектов, организованных посредством структурированной коммуникации [12; 13]. Эти модели обеспечивают синхронизацию компьютерных агентов и персонала организации. Тем не менее они по-прежнему ориентированы в первую очередь на принятие решений человеком, что становится недостаточ-

ным в случае преобладания роботов над людьми-операторами.

Существующий опыт в области построения человеко-компьютерных интерфейсов прикладных приложений цифровой экономики [14; 15] позволил обобщить способы координации программных агентов и персонала предприятия и предложить новую модель определения роли человека в пространстве смешанного интеллекта. Модель предназначена для решения двух задач: определить рациональное соотношение искусственного интеллекта и персонала в условиях смешанного взаимодействия и выявить наилучшие области применения данных решений с учетом человеческого фактора.

Модель смешанного интеллекта

Модель взаимодействия программных агентов и лиц, принимающих решения (актеров), предназначена для определения наилучшего соотношения между несколькими агентами и исполнителями. Модель основана на онтологическом подходе, который позволяет определять семантику объектов, оперируемых в смешанной среде, с помощью дескрипторов:

$$\omega(x_q, t_q) = \left\{ \left\{ \tau_{q,l}, w_{q,l} \right\}, \left\{ P(x_{q'}) \right\}, t_q \right\}, \quad (1)$$

где $\tau_{q,l}$ – тег (ключевое слово); $w_{q,l}$ – вес тега, $P(x_{q'})$ – определяет отношение к другому семантическому дескриптору $x_{q'}$; t_q – время актуальности дескриптора.

С помощью концептов можно специфицировать множество классов реальных объектов, с которыми необходимо работать. Это могут быть компоненты сложного оборудования, технологические операции или задания в рамках определенного бизнес-процесса. Атрибутивное описание таких концептов можно произвести с помощью взвешенных тегов, а зависимости описать с использованием отношений.

Для определения степени семантической близости таких классов предлагается ввести соответствующий критерий. Так, объекты x_q и $x_{q'}$ онтологически близки, когда

$$\begin{aligned} & P(\omega(x_q, t_q), \omega(x_{q'}, t_{q'})) = \\ & = \sum_{q,l} \left| w_{q,l} - \sum_{q',l'} w_{q',l'} \delta(\tau_{q,l} = \tau_{q',l'}) \right| + \\ & + \sum_{q',l'} \left| w_{q',l'} - \sum_{q,l} w_{q,l} \delta(\tau_{q,l} = \tau_{q',l'}) \right| \leq \Delta W. \end{aligned} \quad (2)$$

Рассмотрим интегрированную информационную среду цифрового предприятия, которая включает в себя персонал, представленный акто-

рами a_i , и множество программных агентов b_j . Особенности восприятия акторов и агентов (их онтологии) описываются с помощью семантических дескрипторов $\omega(a_i)$ и $\omega(b_j)$ соответственно.

Типовое предприятие реализует стандартизированные бизнес-процессы, в соответствии с которыми действующие лица и агенты должны выполнять определенные задачи или действия в определенные моменты времени. Поэтому бизнес-процесс может быть описан с помощью сценария:

$$\varepsilon_r = \left\{ s_k(d_k, t_k, \Delta t_k, \omega(d_k, t_k)) \right\}, \quad (3)$$

где $\omega(d_k, t_k)$ – требование к исполнителю; t_k – время начала операции; Δt_k – его нормативная продолжительность.

Для повторяющихся операций могут быть заданы шаблоны (паттерны), используемые для генерации новых состояний для каждого нового заказа. Агенты и акторы считаются взаимозаменяемыми, поэтому здесь не учитывается разница между нормативной продолжительностью выполнения задачи сотрудником или роботом, а также разницей в затратах.

Для запуска операции (задачи) в работу ей должен быть определен соответствующий исполнитель, а для начала выполнения должно быть задано время. Обозначим событие назначения как

$$e'_{k,i} = e'_{k,i}(d_k, a_i, t'_{k,i}, \Delta t'_{k,i}, \omega(a_i, t'_i)), \quad (4)$$

где $\omega(a_i, t'_i)$ – последовательность семантических дескрипторов, описывающая, как фокус (внимание) актора меняется со временем. События назначения операций агентам задаются аналогично.

Для своевременной обработки входящих задач (операций) необходимо обеспечивать их ресурсами, распределив их между исполнителями: акторами или агентами. Учитывая автономное поведение исполнителей, а также для сохранения возможности их самоорганизации эту задачу нельзя решать централизованно. Необходимо обеспечить такие механизмы взаимодействия с исполнителями, при которых они бы сами отбирали наиболее привлекательные для себя задачи, например, посредством проведения аукционов. Для этого требуется привлекать их внимание к новым задачам в нужные моменты времени. Этот механизм описывается индикатором соответствия:

$$\begin{aligned} R_a = & \sum_k \sum_i \left(s_k e'_{k,i} P(\omega(d_k, t_k), \omega(a_i, t'_i)) \times \right. \\ & \left. \times \delta(t'_{k,i} \leq t_k < t'_{k,i} + \xi) \delta(t'_i \leq t'_{k,i} < t'_{i+1}) \right) \rightarrow \max, \end{aligned} \quad (5)$$

где t_i^a – время фокуса (время изменения актором своего интереса, описанного семантическим дескриптором); $t_{k,i}^t$ – время назначения; t_k – время начала выполнения задачи. Индикатор соответствия (5) позволяет определить основные корреляции между потоками событий поступления задач и их назначения агентам или акторам.

Следует учитывать разную специфику восприятия потока задач человеком и программным агентом. По сравнению с высокой динамикой $\omega(a_i, t_i^a)$, вызванной изменениями интереса акторов, фокусировка каждого агента $\omega(b_j, t_j^b)$ предопределена при его создании и не меняется со временем:

$$R_b = \sum_k \sum_j \left(s_k e_{k,j}'' P(\omega(d_k, t_k), \omega(b_j, t_j^b)) \right) \times \delta(t_{k,j}'' \leq t_k < t_{k,j}'' + \xi) \delta(t_j^b \leq t_{k,j}'' < t_{j+1}^b) \rightarrow \max. \quad (6)$$

В условиях ограниченного объема задач утверждения (5) и (6) противоречат друг другу. Решение этого противоречия видится в поиске эффективной пропорции программных агентов (роботов) и акторов (персонала) в смешанной среде естественного и искусственного интеллекта цифрового предприятия. В целом акторы оказываются более предпочтительными для обработки непредсказуемых событий в режиме реального времени, тогда как программным агентам лучше удастся моделировать несколько альтернативных версий возможных ситуаций для прогнозирования, анализа, сравнения и оптимизации.

События объективно влияют на контекст решаемых задач, что, в свою очередь, приводит к изменению фокуса акторов. В отличие от фокуса каждого программного агента, задаваемого декларативно, гарантировать привлечение необходимого внимания лиц, принимающих решения, в заданные моменты времени бывает сложно. Для этого нужно обеспечить генерацию оверлейного контекста, формируя соответствующие уведомления и нотификации средствами информационных систем управления предприятием, поддержки принятия решений и документооборота.

Свойства среды смешанного интеллекта

Учитывая особенности взаимодействия акторов и программных агентов в комбинированной среде смешанного интеллекта, можно выделить следующие ключевые свойства:

– восприятие времени и реальности у агентов и акторов изначально разное, фокус агента должен устанавливаться при формулировке задачи,

Таблица
Особенности взаимодействия

Критерий	Агенты	Акторы
Время	Модельное время	Реальное время
Восприятие реальности	Формируется искусственно, для каждой ситуации есть возможность моделирования нескольких версий развития событий (сцен)	Ограничено существующими обстоятельствами (сцена одна) и особенностями представления информации в пользовательском интерфейсе
Внимание	Фокус жестко задан непосредственно в алгоритме или с помощью цели и ограничений	Фокус не определен, формируется под воздействием текущего интереса и гибко меняется в зависимости от возникновения новых событий
Горизонт	Ограничен моделью	Не ограничен, предусматривает прогнозирование решений
Роль	Заданная моделью или постановкой задачи	Определена должностью, зоной ответственности и мотивацией

в то время как фокус актора меняется под воздействием внешних событий и изменений контекста; – субъективный характер восприятия реальности и времени, выраженный в особенностях обработки событий искусственным и естественным интеллектом, необходимо учитывать при синхронизации их совместной деятельности.

Основные различия в работе участников взаимодействия в смешанной среде, оказывающих влияние на эффективность этого взаимодействия, приведены в таблице.

С учетом указанных особенностей взаимодействия акторов и агентов в смешанной среде цифрового предприятия могут быть предложены следующие решения.

Поиск эффективного соотношения акторов и агентов (персонала и искусственного интеллекта) в команде может быть обеспечен на основе анализа индикатора соответствия (5). При организации взаимодействия акторов и агентов необходимо предусматривать увеличенные интервалы времени для переключения фокуса.

Акторы требуют большего времени на подключение к решению задачи, но в том же контексте у них есть перспектива более глубокой и творческой проработки решений. В процессах, для которых характерно быстрое изменение контекста, преимущество будет на стороне агентов. Таким образом, может быть введено правило, учитывающее особенности конкретной пред-

метной области, которое позволит найти баланс между людьми и роботами для эффективного управления.

Поиск оптимальной стратегии развития персонала в смешанной среде искусственного и естественного интеллекта может быть основан на планировании динамики изменений фокуса. Формально существует необходимость в увеличении веса тегов интереса актора, которые соответствуют тегам целевого интереса. Это позволит понять, в каких контекстах необходимо действовать, чтобы достичь соответствия фокуса и желаемой цели.

Обобщая данные рассуждения, предлагается следующая методика для разработки прикладных решений в среде смешанного интеллекта.

1. Определить и формализовать типовые бизнес-процессы по шаблонным сценариям (например, с использованием нотации S-BPM).

2. Указать возможные состояния, которые получают и обрабатывают события, не определенные в шаблонах.

3. Расширить шаблоны путем выделения соответствующих виртуальных площадок для взаимодействия агентов и акторов с соответствующими ограничениями по времени.

4. Обеспечить ритмичность взаимодействия агентов и акторов с учетом особенности формирования интереса и соответствующей динамики изменения фокуса.

5. Настроить продолжительность и обеспечить координацию взаимодействия средствами программной платформы.

Реализация смешанного интеллекта на примере системы мониторинга показаний приборов учета

Для того чтобы проиллюстрировать практическое применение предлагаемой модели, можно привести пример интеллектуальной системы, разработанной для автоматизированного сбора и учета показаний приборов учета (счетчиков) [16]. В настоящее время отсутствует понимание того, какова должна быть архитектура программно-аппаратного решения для такого рода задачи. С одной стороны, перспективным видится полная цифровизация приборов учета, при которой все данные собираются автоматически и передаются по линиям связи в соответствии с концепцией Internet вещей. С другой стороны, на практике не удается полностью отказаться от привлечения специализированного персонала, обеспечивающего регулярный осмотр и инспекцию приборов учета для реализации необходимого контроля.

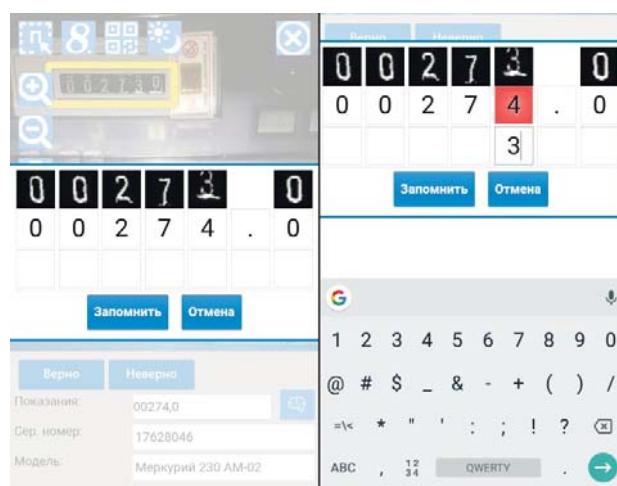


Рисунок 1. Мобильное приложение системы мониторинга показаний приборов учета

В аспекте конкретной практической задачи необходимо реализовать поиск пропорции естественного и искусственного интеллекта в смешанной среде.

Для автоматизированного сбора показаний приборов учета электроэнергии, воды, тепла и газа на рынке доступно несколько решений: некоторые предоставляют полностью автоматизированные компоненты, другие основаны на ручном управлении операторами с последующим вводом данных в информационную систему для обработки. Хотя в настоящее время широко внедряются цифровые устройства, количество аналоговых индикаторов и счетчиков остается высоким, что создает проблему их распознавания и обработки. Поэтому инспекторы электросетей нуждаются в мобильном инструменте для захвата и обработки фото- и видеоизображений, которые описывают текущее состояние сетевых устройств, линий и систем.

Эта проблема может быть решена с помощью информационно-коммуникационной системы с внешним мобильным приложением для фиксации и предварительной обработки, а также базой данных на стороне сервера для хранения и анализа показаний. Интеллектуальный компонент для распознавания изображений был разработан с использованием искусственных нейронных сетей. Предлагаемая архитектура состоит из нескольких программных компонентов, развернутых как на стороне сервера, так и на мобильных устройствах.

Интерфейс приложения представлен на рисунке 1. Основные требования к системе включают следующее:

- автоматизацию расчетов за энергоресурсы с поставщиками и потребителями;

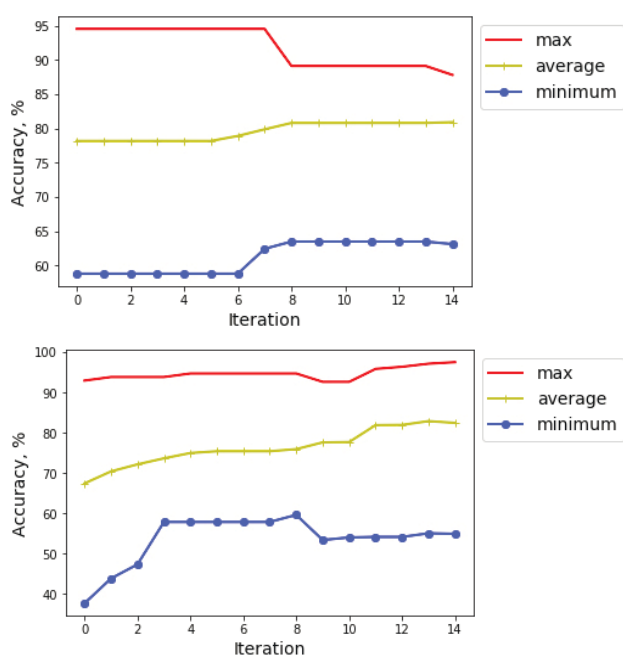


Рисунок 2. Анализ качества распознавания для аналоговых и цифровых счетчиков

– автоматизацию процесса записи показаний счетчиков электроэнергии сотрудниками компании;

– выявление мошеннических и иных незаконных действий потребителей;

– сбор доказательств выявленных преступлений для использования в судебных и других разбирательствах.

Анализ процессов взаимодействия акторов в условиях распознавания показаний с использованием искусственной нейронной сети позволил найти адекватное решение по выделению функций, решаемых с помощью искусственного интеллекта. А именно, распознавание данных обеспечивает решение следующих задач:

– распознать серийный номер счетчика в соответствии с утвержденной «маской», если таковой имеется, с применением заводского штрих-кода или QR-кода;

– сформировать запрос (или определить автоматически с использованием доступной базы данных) для выбора четырех значений) и контролировать полученную информацию в соответствии с выбранным типом;

– обеспечить самообучение для минимизации ошибок распознавания на основе опыта;

– автоматически обеспечить качество распознавания показаний счетчиков.

Таким образом, распознавание показаний производится автоматически. Если есть неправильные результаты распознавания цифр, актер вручную корректирует распознанное значение. Изображение неправильно распознанной цифры

и правильное значение передаются на сервер. Актер проверяет список пар «изображение – правильное значение» и добавляет его в тренировочный набор. Когда в обучающем наборе накоплено достаточное количество выборок, производится дополнительное обучение нейронной сети.

Это решение позволило обеспечить достаточно высокую точность распознавания и достаточную адекватность выбранной архитектуры системы. Результаты анализа качества распознавания представлены на рисунке 2. Здесь показана зависимость доли успешно распознанных показаний от итерации совершенствования программного обеспечения системы. Показано, что в среднем происходит улучшение.

Результаты внедрения предлагаемого решения в энергетической компании доказывают эффективность применения предложенной модели для реализации распределенной обработки данных изображений, полученных в процессе фотосъемки. Предлагаемое решение позволяет найти баланс между ручной и интеллектуальной обработкой данных в едином информационном пространстве.

Заключение

Реализация смешанной среды естественного и искусственного интеллекта на практике требует прагматичного подхода, предусматривающего поиск баланса с учетом человеческого фактора и особенностей предметной области. Сокращение персонала приводит к отсутствию адаптивности, внедрение дополнительного искусственного интеллекта дает новые возможности и преимущества.

Дальнейшие исследования позволят автоматизировать методику для эффективной поддержки принятия решений в новых проектах цифровой экономики.

Литература

1. Patel K., McCarthy M.P. Digital Transformation: The Essentials of E-Business Leadership. New York: KPMG/McGraw-Hill, 2000. 134 p.
2. Singh M.P. Augmented reality interfaces. Natural web interfaces // IEEE Internet Computing. 2013. № 17. P. 66–70.
3. Димов Э.М., Маслов О.Н. Информационные технологии цифровой экономики: образовательные и научно-исследовательские аспекты // Инфокоммуникационные технологии. Т. 17. № 1. 2019. С. 100–115.
4. Ющенко А.С. Коллаборативная робототехника: состояние и новые задачи // Мехатроника,

- автоматизация, управление. 2017. № 18 (12). С. 812–819.
5. Kelly III J. Computing, cognition and the future of knowing. IBM Research: Cognitive Computing. IBM Corporation, 2015. 7 p.
 6. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013. 82 p.
 7. Industry 4.0 / H. Lasi [et al.] // Business & Information Systems Engineering. 2014. № 4 (6). P. 239–242.
 8. Wooldridge M. An introduction to multi-agent systems. Chichester: John Wiley and Sons, 2002. 340 p.
 9. Gorodetskii V.I. Self-organization and multiagent systems: I. Models of multiagent self-organization // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2012. Vol. 51. № 2. P. 256–281.
 10. Pouchard L., Ivezic N., Schlenoff C. Ontology engineering for distributed collaboration in manufacturing // Proceedings of the AIS2000 Conference, 2000.
 11. De Nicola A., Missikoff M., Navigli R. A software engineering approach to Ontology building // Information Systems. 2009. № 34 (2). P. 258–275.
 12. Subject-oriented modeling and execution of multi-agent business processes / A. Fleischmann [et al.] // Proceedings of Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT), 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences. 2013. P. 138–145.
 13. Fleischmann A., Schmidt W., Stary C. S-BPM in the wild. Berlin: Springer, 2015. 282 p.
 14. Ivaschenko A., Kolsanov A., Nazaryan A. Focused visualization in surgery training and navigation // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Vol. 858. P. 537–547.
 15. Ivaschenko A., Sitnikov P., Katirkin G. Accented visualization in digital industry applications // Studies in Systems, Decision and Control. 2019. Vol. 199. P. 366–378.
 16. Ivaschenko A., Krivosheev A., Sitnikov P. Multi-agent solution for a distributed intelligent photo surveying // Proceedings of the 2019 European Simulation and Modeling Conference (ESM 2019), Palma de Mallorca, Spain, EUROSIS-ETI. 2019. P. 73–78.

Получено 09.01.2020

Иващенко Антон Владимирович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники (ВТ) Самарского государственного технического университета (СамГТУ). 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Тел. +7 904 731-98-90. E-mail: anton-ivashenko@yandex.ru

Диязитдинова Альфия Радмировна, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 846 228-00-36. E-mail: dijazitdinova@mail.ru

Кривошеев Аркадий Владимирович, аспирант кафедры ВТ СамГТУ. 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Тел. +7 904 731-98-90. E-mail: arkas19@gmail.com

Никифорова Татьяна Вячеславовна, аспирант кафедры ВТ СамГТУ. 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Тел. +7 904 731-98-90. E-mail: fantic93@mail.ru

ON ARTIFICIAL VERSUS HUMAN INTELLIGENCE PROPORTION IN DIGITAL ECONOMY APPLICATIONS

Ivaschenko A.V.¹, Diyazitdinova A.R.², Krivosheev A.V.¹, Nikiforova T.V.¹

¹ *Samara State Technical University, Samara, Russian Federation*

² *Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation*
E-mail: anton-ivashenko@yandex.ru

In this article the problem of finding the optimal balance in the distribution of functions in a modern enterprise between personnel and the intelligent software components of the systems for decision-making support is considered. The new model of interaction between software agents and decision makers, which is designed to determine the balance between several agents and performers, in order

to develop the most effective strategies for the professional development of enterprise employees is proposed. Recommendations are given on optimizing the proportion of natural and artificial intelligence in applied problems, taking into account the influence of the human factor in the context of the active introduction of intelligent technologies under the context of digital economy development. The proposed solution is illustrated by the example of organizing the collection and processing of electricity meter data in a distributed organizational and technical system that implements the functions performed by operators using mobile communication devices and intelligent software based on an artificial neural network.

Keywords: *digital economy, artificial intelligence, integrated information space, computer-human interaction*

DOI: 10.18469/ikt.2020.18.1.11

Ivaschenko Anton Vladimirovich, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Street, Samara, 443100, Russian Federation; Head of the Computer Engineering Department Chair, Doctor of Technical Science, Professor. Tel. +7 904 731-98-90. E-mail: anton-ivashenko@yandex.ru

Diyazitdinova Alfiya Radmirovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Associate Professor of Applied Informatics Department, PhD in Technical Science. Tel. +7 846 228-00-36. E-mail: dijazitdinova@mail.ru

Krivosheev Arkadiy Vladimirovich, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Street, Samara, 443100, Russian Federation; PhD Student of Computer Engineering Department. Tel. +7 904 731-98-90. E-mail: arkas19@gmail.com

Nikiforova Tatiyana Vyacheslavovna, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Street, Samara, 443100, Russian Federation; PhD Student of Computer Engineering Department. Tel. +7 904 731-98-90. E-mail: fantic93@mail.ru

References

1. Patel K., McCarthy M.P. *Digital Transformation: The Essentials of E-Business Leadership*. New York: KPMG/McGraw-Hill, 2000, 134 p.
2. Singh M.P. Augmented reality interfaces. Natural web interfaces. *IEEE Internet Computing*, 2013, no. 17, pp. 66–70.
3. Dimov E.M., Maslov O.N. Informacionnye tekhnologii cifrovoj ekonomiki: obrazovatel'nye i nauchno-issledovatel'skie aspekty [Information technologies of the digital economy: educational and research aspects]. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2019, vol. 17, no. 1, pp. 100–115. (In Russian).
4. Yuschenko A.S. Kollaborativnaya robototekhnika: sostoyanie i novye zadachi [Collaborative robotics – state of art and new problems]. *Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie*, 2017, no. 18 (12), pp. 812–819. (In Russian).
5. Kelly III J. Computing, cognition and the future of knowing. IBM Research: Cognitive Computing. IBM Corporation, 2015, 7 p.
6. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013, 82 p.
7. Lasi H. et al. Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 2014, no. 4 (6), pp. 239–242.
8. Wooldridge M. *An Introduction to Multi-Agent Systems*. Chichester: John Wiley and Sons, 2002, 340 p.
9. Gorodetskii V.I. Self-organization and multiagent systems: I. Models of multiagent self-organization. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 2012, vol. 51, no. 2, pp. 256–281.

10. Pouchard L., Ivezic N., Schlenoff C. Ontology engineering for distributed collaboration in manufacturing. *Proceedings of the AIS2000 Conference*, 2000.
11. De Nicola A., Missikoff M., Navigli R. A software engineering approach to Ontology building. *Information Systems*, 2009, no. 34 (2), pp. 258–275.
12. Fleischmann A. et al. Subject-oriented modeling and execution of multi-agent business processes. *Proceedings of Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT), 2013 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences*, 2013, pp. 138–145.
13. Fleischmann A., Schmidt W., Stary C. *S-BPM in the wild*. Berlin: Springer, 2015, 282 p.
14. Ivaschenko A., Kolsanov A., Nazaryan A. Focused visualization in surgery training and navigation. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, vol. 858, pp. 537–547.
15. Ivaschenko A., Sitnikov P., Katirkin G. Accented visualization in digital industry applications. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2019, vol. 199, pp. 366–378.
16. Ivaschenko A., Krivosheev A., Sitnikov P. Multi-agent solution for a distributed intelligent photo surveying. *Proceedings of the 2019 European Simulation and Modeling Conference (ESM 2019)*, Palma de Mallorca, Spain, EUROSIS-ETI, pp. 73–78.

Received 09.01.2020

УДК 004.9

ЯДЕРНО-КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПЛАТФОРМЫ «ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ» И АСПЕКТЫ ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Антипова Т.А.¹, Кудряшов А.А.², Мишин Д.В.², Осипов О.В.²

¹ *Самарский государственный медицинский университет, Самара, РФ*

² *Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ*

E-mail: o.osipov@psuti.ru

Статья посвящена описанию принципов создания глобальной цифровой платформы управления деятельностью высшего учебного заведения «Цифровой университет». Рассмотрены основные принципы создания подобной платформы, определены основные процессы, подлежащие цифровой трансформации. В работе изложены общие вопросы взаимодействия пользователей в рамках цифровой платформы, описан вариант управления платформой в целом с использованием ядра платформы с применением технологий нейронных сетей и искусственного интеллекта. Рассмотрена возможность создания индивидуальных образовательных траекторий для обучаемых. Предложена общая модель платформы «Цифровой университет», а также возможность интеллектуального электронного набора абитуриентов. В работе обозначены основные принципы построения моделей цифровых платформ вне зависимости от их области применения. Подробно описаны функциональные возможности цифровой платформы применительно к образовательной деятельности университета. Рассмотрен процесс интеллектуального набора абитуриентов на основе анализа их цифровых портфолио, а также открытых данных из социальных сетей.

Ключевые слова: *цифровизация, цифровая трансформация, цифровое обучение, цифровой университет, платформа, дистанционное обучение*

Введение

В настоящее время в рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика РФ» одной из основных задач является цифровая трансформация различных сфер жизнедеятельности граждан. Подобные процессы сейчас наблюдаются в образовании, легкой и тяжелой промышленности, сельском хозяйстве и т. д. Интенсификация процессов цифровой трансформации связана в первую очередь с активным усовершенствованием инфокоммуникационных технологий, а также созданием передовых техно-

логий, являющихся основой для цифровой экономики в целом (искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность и т. д.) [1–3]. Задачи цифровизации образования решаются уже достаточно давно. Это связано с активным внедрением в образовательную деятельность вузов дистанционного и сетевого обучения (использование LMS), а также разработкой и практическим применением систем управления различными процессами деятельности вуза (системы типа «1С: Университет» и т. п.).

В предлагаемой статье пойдет речь о принципах создания платформы «Цифровой универ-