

В.И. Гриценко, Л.А. Тимашова

«Умное предприятие» как базовый объект цифровой экономики

Разработаны новые подходы к управлению предприятием в условиях высокой динамики изменения производственно-технологических и деловых процессов цифровой экономики. Предложены технологии создания «умных» предприятий как производственной инновации, базирующейся на высоком уровне знаний о системе, высокопродуктивных методах интеллектуализации процессов управления и моделях образного мышления. Особенность такой технологии – придание ей новых возможностей для управления, способных изменить производительность, концепцию и способ функционирования предприятия в разных отраслях промышленности.

Розроблено нові підходи управління підприємством за умов високої динаміки зміни виробнично-технологічних та ділових процесів цифрової економіки. Запропоновано технології створення «розумних» підприємств як виробничої інновації, що базується на високому рівні знань про систему, високопродуктивних методах інтелектуалізації процесів управління і моделях образного мислення. Особливість такої технології – надання їй нових можливостей для управління, здатних змінити продуктивність, концепцію і спосіб функціонування підприємства в різних галузях промисловості.

Введение. Создание теории и практики высокопроизводительных эффективных систем управления предприятием продолжает оставаться одной из приоритетных задач успешного развития экономики стран мирового сообщества. В условиях агрессивной рыночной среды методы и средства эффективной организации производства становятся одним из основных конкурентных преимуществ промышленных предприятий в эпоху цифровой экономики.

Современный мир, в том числе и мир экономики, становятся все более технологичным. Технологии – одна из главных составляющих информации, которая в свою очередь является основным фактором производства современного рыночного воспроизводственного процесса. Важнейшим продуктом современности есть цифровая экономика, в условиях которой под знаком цифровой трансформации получают развитие мобильность, облачные технологии, аналитика больших данных, интеллектуальные информационные технологии, робототехника, высокодинамичные модели интеллектуального управления.

Актуальность

В цифровой экономике усложняются экономические отношения, особую роль приобретают динамичные качественно новые модели принятия решений в условиях высокой дина-

мики изменения производственно-технологических и других деловых ситуаций.

Термин *цифровая экономика* связан с интенсивным развитием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), развитием информационного общества и его последовательным переходом к обществу знаний. Цифровая экономика уже охватывает ведущие отрасли: машиностроение, сельское хозяйство, строительство, транспорт, связь, медицину, образование и др. Так, согласно *Boston Consulting Group* интернет-экономика в 2010 г. составила 2,3 трлн дол. В 2013 г., согласно докладу *Oxford Economics*, размер цифровой экономики был уже на порядок выше и составил 20,4 млрд дол.

Развитие цифровой экономики не могло не отразиться на организации работы предприятий. Как известно, классическая трактовка понятия *предприятие* определяет его базовым элементом, обеспечивающим производство преобладающей массы товаров и услуг, выполнения научно-исследовательской, коммерческой и других видов деятельности.

В информационную эпоху глобализация экономики также привела к формированию общего динамично развивающегося рынка, в котором исключается стабильность. Эти обстоятельства, в основном, и явились главной причиной появления виртуальных предприятий, которые в

большой или в меньшей степени соответствуют условиям постиндустриальной экономики.

Виртуальное предприятие имеет развитую инфраструктуру, его функциональные возможности реализуются на глобальных компьютерно-телекоммуникационных пространствах, позволяющих каждому партнеру виртуального предприятия участвовать в управлении последним и нести индивидуальную ответственность за результаты своей работы.

В общей инфраструктуре централизованное виртуальное предприятие предполагает четкое разграничение полномочий. Обычно оно создается предприятием-лидером, которое берет на себя основные риски и финансовые затраты по разработке проекта. Как правило, на внешние организации возлагаются второстепенные задачи. Такая модель виртуального предприятия основывается на вертикальной организации управления. В этом случае лидерство и основная часть прибыли всегда остаются за ведущим предприятием. В рамках данной виртуальной организации существует возможность изменения состава предприятий-партнеров при сохранении предприятия-лидера.

Децентрализованное виртуальное предприятие создается на условиях равноправного участия предприятий-партнеров, т.е. каждый участник имеет значительную степень свободы. Как правило, такое объединение создается для решения технологически сложных проектов, которые ни один из партнеров не может осуществить в одиночку. В такой организации нет предприятия-лидера. При этом для координации работы предприятия может быть создан виртуальный координирующий центр. Данная модель виртуального предприятия базируется на горизонтальной организации управления, где горизонтальные связи между предприятиями-партнерами более важны, чем вертикальное управление.

Одним из наиболее существенных преимуществ виртуальных производственных отношений является экономическая эффективность, которая достигается при значительном снижении всевозможных затрат. Считается, что, используя виртуальную организацию предприятия, можно в среднем сократить издержки на

пять–10 процентов. В то же время производительность труда и качество работы не снижаются, а зачастую оказываются выше, чем при традиционной организации.

Известны различные пути и подходы повышения эффективности деятельности виртуальных предприятий. Остановимся на технологиях типа *умного* предприятия (УП) как производственной инновации, базирующейся на высоком уровне знаний о системе и высокопродуктивных методах интеллектуализации процессов управления и моделях образного мышления. Отличие такой технологии от традиционных состоит в придании ей новых возможностей для управления, способных резко изменить производительность, а также концепцию, модель и способ функционирования производственного предприятия в разных отраслях промышленности.

В настоящее время нет стройной системы понятий, что такое УП, нет четкости формулировок и, соответственно, отсутствует единообразие в понимании. Вследствие этого на рынке нет готовых решений, систематизированных подходов и упорядоченного терминологического единообразия. Следует отметить ограниченность отечественных и зарубежных публикаций с выводами, требующими дополнительных исследований.

Истоки УП, безусловно, – автоматизированные системы управления. Начало истории их развития относится к 60-м годам прошлого столетия. Здесь следует отметить одну из первых разработок – автоматизированную систему управления Львовским заводом «Электрон». В дальнейшем в этом направлении разработки существенно расширяются, получают развитие новые классы автоматизированных систем: комплексные, интегрированные и др.

Математическую платформу этих систем составляли теории безбумажной информатики, управления, систем коллективного пользования, теории информационно-вычислительных сетей, моделирования, оптимизации и др. [1–4]. Качественно новый этап в развитии методов и средств управления предприятием связан с появлением информационных технологий,

теории и методологии создания виртуальных предприятий. В дальнейшем развитие процессов цифровой трансформации и оцифровывание экономики, появление интеллектуальных информационных технологий, теории интеллектуального управления объективно предопределило развитие УП.

Основа концепции УП – эффективность, высокая динамичность при минимальных затратах реализации сложных задач и принимаемых управленческих решений, обуславливаемых цифровой экономикой. Это прежде всего неопределенность (трудно прогнозируемый спрос и предложения), многокритериальность множества критериев и ограничений, конфликтность интересов и др.).

Наше понимание УП – это гибкая система автоматизации с распределенным интеллектом промышленной автоматизации, обуславливающее в комплексе эффективное функционирование и жизнеобеспечение предприятия. В такой системе, кроме повсеместного использования миниатюрных мобильных устройств, беспроводных сетей, спутниковой навигации облачных вычислений, хранилищ информации, электронной среды, создающей образ окружающих объектов и процессов, базовой составляющей является гибкая распределенная модель управления всеми процессами в реальном времени, отображающая процессы мышления, поддерживаемые мощным программным инструментарием. Цель такой модели – активная и разумная помощь человеку на производстве в виде возможности мгновенного доступа ко всей информации о производственном процессе тогда, когда и где это требуется, и в том виде, в котором эта информация требуется, по всему каналу поставок и жизненному циклу готовых продуктов.

Особенности УП

В цифровой экономике новым результатом работы такой модели будет ее способность к отражению процессов направленного мышления, как это осуществляет человек при принятии решений об управлении, например, какие инновации выбрать, какой вариант поставок реализовать, какой портфель заказов выбрать в

условиях лимита фонда заработной платы, как управлять отклонениями от плана, кто будет партнерами в условиях случайных финансовых, логистических и производственных процессов. Модели мышления в цифровой экономике имеют особый смысл, так как необходимы и при решении интеллектуальных задач восприятия окружающей среды; формирования своих представлений об этой среде в виде образов – фактов, понятий и знаний, отношений между объектами и множествами объектов, организуемыми системой в модель среды. Такая модель обязательно имеет базу знаний, сохраняющую представления системы о возможных классах сред в виде моделей отдельных предметных областей.

Особенность УП, его преимущества перед технологиями предыдущего поколения – умение автоматически распознавать образы конкретных производственных, экономических, финансовых ситуаций, возникающих на предприятии, и реагировать на них оптимально при помощи связанных высокотехнологических устройств, имеющих, как правило, выход в компьютерную глобальную распределенную сеть общего пользования. УП разрешает программным приложениям действовать в зависимости от *образа* производственного процесса. Под образом понимается любая информация, которая может быть использована для описания ситуации, в которой находится рассматриваемый объект. Объектами являются предметы реального мира, т.е. необходимо соотносить виртуально проистекающие процессы с реальными объектами, имеющими физические характеристики (в том числе положение в пространстве). Многофункциональные средства и беспроводные коммуникации УП позволяют собирать больше информации об объектах реального мира и создать более точный образ объекта. В свою очередь вызываемые реально произошедшими событиями автоматические сбор и распределение информации, знаний и задач между всеми рабочими местами обуславливают становление идеи УП.

Концептуально такая система обязана и способна в режиме реального времени распознать конкретные ситуации, происходящие на

предприятия, и соответствующим образом на них отреагировать; например, одна из систем сможет управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Такое распознавание необходимо для такого принятия решений, какие принимает человек.

Модели и алгоритмы управления объектом на основе образного мышления включают в себя комплекс сценариев, необходимых для формирования соответствующих целенаправленных воздействий на управляемый объект, а именно получение статических и динамических образов состояния процессов на объекте управления, анализа этих образов (выработка и принятие решений по подбору сценариев управления, т.е. создание управляющего образа) и исполнения (реализация управляющих воздействий, в соответствии с образом управления). Операции получения образа состояния и реализации сценариев управления в УП в большинстве случаев выполняются автоматически с помощью средств технического обеспечения. Что же касается операций выработки и принятия решений по управлению, то, как правило, прежде чем выбрать способ их реализации, необходимо найти оптимальный (или хотя бы рациональный) алгоритм их выполнения, базирующийся либо на управляющих образах (наборах сценариев), либо каждый или некоторые сценарии.

Если характеристики управляемого объекта подвержены изменениям, то соответствие модели объекту следует непрерывно проверять и уточнять на основе информации о состоянии объекта. Пользуясь моделью, можно испытывать различные управляющие воздействия, получить и зафиксировать реакции модели на эти воздействия, а затем выбрать те из них, которые в наибольшей степени удовлетворяют оптимальному критерию.

Система управления (СУ) накапливает информацию об управляемом процессе в виде совокупности статических или динамических образов состояния процесса производства, измеряемых параметров, сведений о состоянии оборудования и других. На основании обработки этих образов вырабатываются образы

управления, т.е. сценарии реализации управляющих воздействий для различных штатных и нештатных ситуаций. Эти сценарии отражают действия по принятию решений как реакцию на определенную многопараметрическую ситуацию и помещаются в базу образов реакций на ту или иную ситуацию в процессе функционирования УП.

Переработка информации осуществляется по алгоритмам, отражающим заранее разработанный набор сценариев ведения процесса, либо имеющиеся в базе знаний набор сценариев, опирающийся на аналогичные прецеденты. Имея образ протекания процесса производства, полученный на основе измерений, и зная все ограничения, накладываемые на процесс, строится образ целесообразных управляющих сценариев воздействия в различных производственных ситуациях.

Образ управления – это набор сценариев, позволяющих обработать образ управляемого процесса, чтобы получить целесообразный образ управляющих воздействий. Образ управления, отражающий общую цель системы управления, довольно сложен и может быть расчленен на большое число сценариев, соответствующих отдельным функциям системы управления. Эти сценарии связаны между собой так, что в определенных производственных ситуациях действуют отдельные звенья общего алгоритма. Таким образом, множество отдельных сценариев функционирует не в фиксированной последовательности (один за другим) и не хаотически, а выстраивается в различные цепочки в зависимости от изменяющегося образа производственной ситуации.

Как звено переработки информации лицо, принимающее решение (ЛПР), подобно универсальному вычислительному устройству. Уступая техническим средствам в быстродействии, ЛПР может выполнять операции, недоступные этим средствам: решать проблемы интуитивно, ориентироваться при неполной информации в непредвиденных ситуациях, принимать либо принципиально новые творческие решения, либо опираться на имеющиеся прецеденты аналогичных сценариев.

Образное мышление (ОМ) (воображение), как и мышление вообще, принадлежит к числу высших познавательных способностей ЛППР, в которых отчетливо наблюдается специфический человеческий характер деятельности. Есть основания утверждать, что ОМ работает на том этапе познания, когда неопределенность ситуации весьма велика. Чем более привычна, точна и определена ситуация, тем меньше простора она оставляет воображению.

Для той области явлений, где основные законы выяснены, нет необходимости использовать воображение. С другой стороны, когда проблемная ситуация отличается значительной неопределенностью, исходные данные с трудом поддаются точному анализу и в действие приходят механизмы ОМ. Именно оно позволяет принять решение и найти выход из ситуации даже в отсутствие нужной полноты знаний. ОМ позволяет пренебречь какими-то этапами мышления и получить конечный результат. Но в этом – и слабость такого решения проблемы. Намеченные пути решения нередко недостаточно точны и нестроги. Однако необходимость существовать и действовать в среде с неполной информацией привела к возникновению у ЛППР аппарата ОМ. Поскольку при человеко-машинном управлении всегда возможно возникновение любых аномальных (нештатных) ситуаций, то компьютерные средства информационной поддержки воображения – один из вариантов решения.

Главная особенность ОМ – представление образа ситуации, т.е. целостное восприятие явления. Наблюдаемая при этом совокупность фактов не обязательно в полной мере соответствует *классическому* образу в памяти ЛППР. Например, истинный образ аномальной ситуации, в частности на любой текущий момент времени может быть как целостным (когда присутствуют все формирующие его признаки), так и неполным или размытым вследствие разной степени выраженности признаков и/или отсутствия части из них.

Значительная роль в формировании первичных гипотез ЛППР о возникающих ситуациях принадлежит интуиции. Формирование обра-

зов на основе впечатлений, интуитивное восприятие и последующее обращение к аналитико-синтетическому подходу – это взаимодействующие механизмы принятия решений, последовательность которых носит относительно случайный характер. Интуиция в оперативной деятельности, характерная выраженной эвристикой, может: непосредственно приводить к решению задачи; служить ориентиром в направлении диагностического поиска, реализуемого затем на основе логических процедур; быть пусковым механизмом для решения задачи на основе образных представлений или последовательного включения образного мышления и аргументационных соображений.

Направленность действий высококвалифицированного ЛППР определяется во многом наличием у него образного представления различных производственных ситуаций. Оперативные знания, предполагающие отношения между объектами, могут быть представлены *мысленными образами* явлений, сформировавшимися в прошлом на основе аналогичных или похожих прецедентов–сценариев.

Обращаясь к проблеме интуитивного восприятия состояния объекта контроля и управления оператором, можно предположить, что обнаружение определенного признака может вызывать эффект озарения или проникновения в суть возникшей ситуации, и перед мысленным взором возникает некий образ, т.е. в голове ЛППР, столкнувшегося с конкретным фактом (явлением), мгновенно восстанавливается ряд связанных с ним понятий (признаков).

Основные задачи в системах поддержки принятия решений (СППР), базирующихся на средствах ОМ следующие: создание таких моделей представления знаний, в которых была бы возможность однообразными средствами представлять как объекты, характерные для логического мышления, так и образы–картины, которыми оперирует ОМ, визуализация тех человеческих знаний, для которых пока невозможно подобрать текстовые описания, поиск путей перехода от наблюдаемых образов–сценариев ситуаций к формулировке некоторой

гипотезы о тех механизмах и процессах, скрытых за динамикой наблюдаемых картин [4–6].

Рассматривая интуицию и ОМ как неотъемлемые составные части мыслительной деятельности ЛПР, оказывающие осязаемую помощь в принятии решений, нужно признать, что, хотя механизмы работы мозга в этих случаях не до конца ясны, можно построить и реализовать достаточно непротиворечивую рабочую гипотезу образного представления информации в конкретных системах человеко-машинного управления.

В различных приложениях ИИ (например, при поиске решения в проблемных ситуациях, генерации гипотез о незнакомой предметной области, обобщении накопленного опыта, обучении навыкам принятия решений в нестандартных ситуациях и др.) активно применяется подход на основе аналогий и прецедентов.

Аналогию можно определить как сходство предметов (явлений, процессов) в каких-либо свойствах, а рассуждение по аналогии (*Analogous Reasoning, Analogy-Based Reasoning*) – как метод, позволяющий обнаружить подобие между заданными объектами и, благодаря переносу на основе этого подобия фактов и знаний, справедливых для одного объекта, на другой менее изученный объект, определить способ решения задач либо предсказать новые факты и знания. Именно такой естественный метод вывода используется на первых порах при неизвестной задаче. Следует подчеркнуть, что заключение, сделанное на основе аналогии, в большинстве случаев может быть признано лишь вероятным (правдоподобным).

Отметим, что рассуждения на основе прецедентов (накопленного опыта), как и рассуждения на основе аналогий, базируются на понятии сходства (аналогии), однако методы их реализации имеют отличия [7]. В большинстве энциклопедических источников прецедент определяется как случай, имевший место ранее и служащий примером или оправданием для последующих случаев подобного рода, а рассуждение на основе прецедентов (*Case-Based Reasoning, CBR*) служит подходом к решению новой, неизвестной задачи, используя или адаптируя решение уже известной задачи.

Выбор метода извлечения прецедентов напрямую связан со способом представления прецедентов в БП. Существуют различные способы представления и хранения прецедентов, условно их можно разделить на несколько групп: параметрические; объектно-ориентированные; специальные (в виде деревьев, графов, логических формул и пр.).

В общем случае прецедент может состоять из описания задачи (проблемной ситуации); решения задачи (диагноз по проблемной ситуации и рекомендации ЛПР); результата (или прогноза) применения решения.

ЛПР посредством технических средств и персонала направляет ход производства, влияя на него косвенно, например путем оперативного перераспределения ресурсов, заданий и др.

Способы представления информации для восприятия ее человеком таковы:

- абстрактная форма (цифры, формулы, показания стрелочных контрольно-измерительных приборов и др.);
- графическая форма (в виде графических функциональных зависимостей, диаграмм на регистрирующих приборах и др.);
- изобразительная форма (мнемосхемы, схемы территориального расположения и пр.);
- буквенно-цифровые обозначения, тексты (на световых табло, электронно-лучевых трубках, лентах автоматических печатающих устройств и др.).

Информацию о состоянии управляемого объекта следует представлять ЛПР в форме, наиболее полно соответствующей закономерностям восприятия и дальнейшей ее переработке. В связи с этим конструирование средств представления информации на основе только технических предпосылок, как это еще нередко бывает, не может обеспечить надежной и высокоэффективной работы человека. Здесь необходимо привлечение данных инженерной психологии, эргономики, физиологии, гигиены. Немаловажное значение имеет также применение специальных методов художественного конструирования и технической эстетики, создающих образ текущего состояния системы.

Все функции, реализуемые в СУ, можно разделить на информационные и управляющие. В свою очередь информационные функции можно дополнительно разделить:

- на функции, представляющие собой простейшие преобразования сигналов и реализуемые на индивидуальных приборных средствах контроля, регистрации и сигнализации;

- на информационно-вычислительные функции, охватывающие централизованную первичную обработку информации по относительно простым алгоритмам (носящим массовый и регулярный характер) и последующую ее обработку по сложным, разветвленным алгоритмам.

Особенности УП

Отличительная особенность – тесное взаимодействие отдельных систем (подсистем), охватывающих все стороны его деятельности (управление технологическими процессами, оперативное управление основным производством, решение административно-коммерческих задач и пр.) на основе единых принципов и системного подхода.

Системы на каждом уровне детализируют решения вышестоящей системы и передают ей обобщенную информацию. Для решения задач планирования необходимую информацию накапливают, укрупняют в течение соответствующих периодов планирования и используют обобщенную информацию. Мера обобщения определяется иерархическим уровнем задач в системе. Чем выше уровень, тем более обобщенная информация используется, тем более укрупненные решения принимаются на данном уровне. На более низких уровнях происходит детализация решений на менее продолжительные отрезки времени. Принимаемые решения реализуют в течение всего интервала планирования, корректируя их периодически или по мере возникновения возмущений.

При оперативном управлении производствами и технологическими процессами информацию используют непосредственно по мере ее возникновения в ходе производства, в реальном времени для принятия решения по управлению.

Представление общей структуры как совокупности функциональных подсистем и подсистем планирования и управления дополняется

соответствующим пространственным разложением задач на каждом уровне временной иерархии по отдельным участкам производства внутри каждой из функциональных систем. Если на верхнем уровне (перспективное и текущее планирование) решаются задачи для предприятия в целом, то чем ниже временной уровень решений системы, тем для все менее сложных производственных комплексов, но более детально решаются задачи планирования и управления в каждой функциональной системе.

Пункты сбора информации размещаются в различных цехах, вспомогательных службах и на складах. Они оснащены устройствами, с помощью которых оператор (мастер) по соответствующим инструкциям вносит информацию в систему и одновременно получает необходимый документ. Все переданные технико-экономические данные поступают в общую систему централизованной обработки информации.

Информация, переданная производствами, используется прежде всего для решения задач оперативного управления предприятием. Необходимые сведения должны выдаваться ЛПП непрерывно или по его запросу.

СУ имеет своей задачей подготовку обобщенных и достаточно оперативных технико-экономических данных для выполнения общей задачи управления предприятием. Она дает руководству возможность своевременно и качественно спланировать его работу, представить картину текущего состояния производства, оценить нарушения и отклонения в производственном процессе и осуществить анализ организационно-экономической и хозяйственной деятельности предприятия.

Заключение. Приведены отдельные результаты, связанные с созданием УП, позволяющие судить о масштабности и сложности этой проблемы. УП как базовый объект цифровой экономики во многом составляет ее будущее. Особенность УП, его преимущества перед технологиями предыдущего поколения – умение автоматически распознавать образы конкретных производственных, экономических, финансовых ситуаций, возникающих на предприятии, и на основе этого принимать быстрые решения на

основе знаний системы, как правило, в условиях неопределенности протекания процессов, и реагировать на них оптимально при помощи связанных высокотехнологических устройств.

Доказано, что в применении систем искусственного интеллекта особенно нуждаются УП цифровой экономики. Пока еще существует определенный разрыв между техническими разработками, программными средствами ИИ и возможностями их более широкого практического применения. Это необходимо преодолеть на базе целевых программ фундаментальных и прикладных исследований в результате дальнейших научных и практических разработок.

Приведено множество доводов в пользу того, что УП как системы искусственного интеллекта в цифровой экономике могут и должны стать важнейшей составной частью в технологии современных производств, что будет способствовать выходу из кризисных ситуаций и обеспечивать конкурентоспособность в глобальном мире.

UDC 62-503

V.I. Gritsenko, L.A. Timashova

«Smart Enterprise» as a Basic Object of the Digital Economy

The aim is to develop a new approach for enterprises operation in the highly dynamic environment of changing production, technological, and business processes in the digital economy. The concepts and technologies of a smart enterprise creation are suggested. The smart enterprise is considered as a production innovation based on the high level of knowledge about the system, highly productive methods of intellectualization of management processes and models of creative thinking.

The main concepts. The smart enterprise is characterized by the new management potentialities that led to increase productiveness. Also it is characterized by creating the concept, model and way of functioning in different industries. The smart enterprise is a flexible system with the Distributed Artificial Intelligence for industrial automation that provides an enterprise with the efficient functioning and support. In such system a flexible distributed model is a basic component alongside with universal use of the miniature mobile devices, wireless networks, satellite navigation systems for “cloud” calculations, information depositories, electronic environment, that creates the image of surrounding objects and processes. This model runs all processes in real time and reflects mentation processes supported by powerful software tools.

Methods and algorithms. The management system uses the concept of creative thinking. It represents the set of scenarios that allow processing the image of the controlled process in order to get an appropriate image of controlling operations. The control image reflects the general purpose of the management system. It is divided for numerous scenarios corresponding to the separate functions of the management system. These scenarios are interconnected so as they operate as separate links of a general algorithm in certain production situations. Thus, the set of separate scenarios function not in a fixed sequence (one by one) and not chaotically but they are set in different chains depending on the changing image of the production situation.

All functions realized in the control system are divided into information and controlling ones. For their turn, information functions are divided into the functions that represent the simplest transformation of signals with realization on individual instrument control, registration, and signaling devices, and information and calculating functions that include centralized information preprocessing by relatively simple algorithms and its following processing by complex branched algorithms.

Summary. The smart enterprise as a basic element of the digital economy constitutes its future in many respects. The smart enterprises of the digital economy especially need artificial intelligence systems. There is still a certain gap between development works, artificial intelligence software and possibilities of their widespread adoption into practice. Hopefully, the results obtained by the authors will help to overcome these hardships.

1. Глушков В.М. Введение в АСУ. – Киев: Техніка, 1974. – 320 с.
2. Глушков В.М. Некоторые проблемы теории автоматов и искусственного интеллекта // Кибернетика. – 1970. – № 2. – С. 3–13.
3. Гриценко В.И., Урсатьев А.А. Распределенные информационные системы широкого применения. Концепция. Опыт разработки и внедрения. – К.: Наук. думка, 2005. – 317 с.
4. Haarslev V., Moller R. RACER: A core inference engine for the Semantic Web // Proc. of the 2nd Int. workshop on evaluation of ontology based tools (EON-2003). – Florida, USA, – 2003. – P. 27–36.
5. Heckerman D. Probabilistic Similarity Networks / MIT Press. – Cambridge, Massachusetts, 1991.
6. Poole D., Mackworth A., Goebel R. Computational intelligence: A logical approach. – Oxford, UK, Oxford Univ. Press, 1998.
7. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.

Поступила 17.10.2016

Тел. для справок: +38 044 526-1319 (Киев)

E-mail: dep190@irtc.org.ua

© В.И. Гриценко, Л.А. Тимашова, 2016