

УДК 65.011.56

DOI: 10.20998/2411-0558.2017.50.11

Л.А. ТИМАШОВА, д-р техн. наук, зав. отд. Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев,

В.А. ЛЕЩЕНКО, н.с., Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев,

А.И. МОРОЗОВА, гл. инж.-прогр., Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев,

Л.Ю. ТАРАН, гл. инж.-прогр., Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Представлены результаты интеллектуализации системы управления производством с помощью работающих со знаниями технологий. Приведено онтологическое описание системы управления и задач, связанных с представлением изделия, контроля обеспеченности производственной программы технической документацией и контроля структуры документов. Ил.: 2. Табл.: 6. Библиогр.: 20 назв.

Ключевые слова: производство; системы управления; изделие; производственная программа; структура документов, знания.

Постановка проблемы. Интеллектуализация систем управления производством является назревшей *необходимостью современных предприятий*, у которых, кроме возможности автоматизации их систем управления и организации производств в рамках виртуальных предприятий для объединения распределенных ресурсов участников [1], появилась возможность использовать опыт и знания менеджеров и персонала. Трудности этого этапа, по большей части, связаны со сложностью переключения человеческого сознания с технологий работы с данными на технологии работы со знаниями [2].

Анализ литературы. На данный момент имеются как теоретические, так и практические разработки по созданию работающих со знаниями интеллектуальных технологий и систем для решения практических задач. Уже в работе [3] автор рассматривает возможность применения для принятия решений методов рассуждений, опирающихся на знания и особенности человеческого языка. Дальнейшие работы в этом направлении были продолжены при разработке экспертных систем для решения практических задач в некоторых узкоспециализированных

© Л.А. Тимашова, В.А. Лещенко, А.И. Морозова, Л.Ю. Таран, 2017

областях, где большую роль играют знания опытных специалистов [4]. Затем появились работы, связанные с использованием знаний при управлении бизнесом [5], интеллектуальным моделированием [6 – 8], разработкой интеллектуальных систем управления предприятием [9 – 12]. Анализ имеющейся литературы показал, что модели работы со знаниями существенным образом зависят от предметных областей и требуют разработки интеллектуальных технологий, учитывающих их специфику. Эта специфика проявляется и при создании интеллектуальных систем управления производством, тоже требующих разработки специальных моделей. При этом из существующего арсенала методов инженерии знаний [2] необходимо отобрать методы, с помощью которых специфика решения задач управления производством была бы отражена наиболее полно.

В свою очередь, производство машиностроительного предприятия является достаточно сложным объектом для интеллектуализации. Это обусловлено наличием в структуре объекта большого количества элементов, своим состоянием и поведением влияющих друг на друга; наличием задач, решаемых в условиях нечеткости и неопределенности; потребностью в принятии решений с учетом различных критериев; обилием внешних факторов, влияющих на принимаемые решения и поведение объекта [13 – 15].

Цель статьи. Разработка моделей для интеллектуализации системы управления производством на базе знаний и опыта персонала предприятия.

Интеллектуализация систем управления. Интеллектуализация объектов требует представления знаний о них с помощью формальных моделей и разработки информационных технологий для решения задач предметной области. Представленные ниже модели были разработаны на основе теоретических исследований [2 – 11] и практических разработок авторов, связанных с созданием автоматизированных систем управления [12 – 15]. Модели обеспечивают целостное представление знаний о системе управления производством с помощью онтологии. Для извлечения, структуризации и представления с помощью формальных моделей разработаны отдельные модели. Это позволяет знания, которыми владеет управленческий персонал, обрабатывать с помощью компьютерных технологий [16 – 18]. Работа моделей демонстрируется на примере системы управления кузнечно-прессовым цехом одного из машиностроительных предприятий [13 – 15].

При интеллектуализации системы управления в целом в основу первого уровня структуризации была взята схема управления производством (рис. 1), объединяющая в одном контуре управления

такие элементы, как изделие, производство изделия, управление производством изделия, цех [13]. Такое понимание базовых понятий первого уровня структуризации было положено в последующие уровни структуризации этих понятий и всей предметной области (табл. 1).

Для описания *изделия* используются такие понятия, как *структура* изделия и *технология* его изготовления. Структура определяет узлы, входящие в изделие, а структура узла – входящие в узел детали. Технология изготовления определяет длительность и последовательность выполнения операций для изготовления детали.

Производство изделия, как одна из стадий жизненного цикла изделия, рассматривает процессы, относящиеся непосредственно к изготовлению деталей. Эти процессы можно объединить в один общий бизнес-процесс, для описания которого используются такие понятия, как "вход, управляющие установки, процесс, выход" [1]. При этом: вход – это сырье и материалы, слитки; управляющие установки – владелец процесса, нормативы, методики, инструкции, правила выполнения бизнес-процессов; процесс – технологические операции, ресурсы; ресурсы – оборудование, оснастка, профессия, инструментарий; выход – поковки, представляющие собой заготовки для дальнейшей обработки деталей механическими цехами.

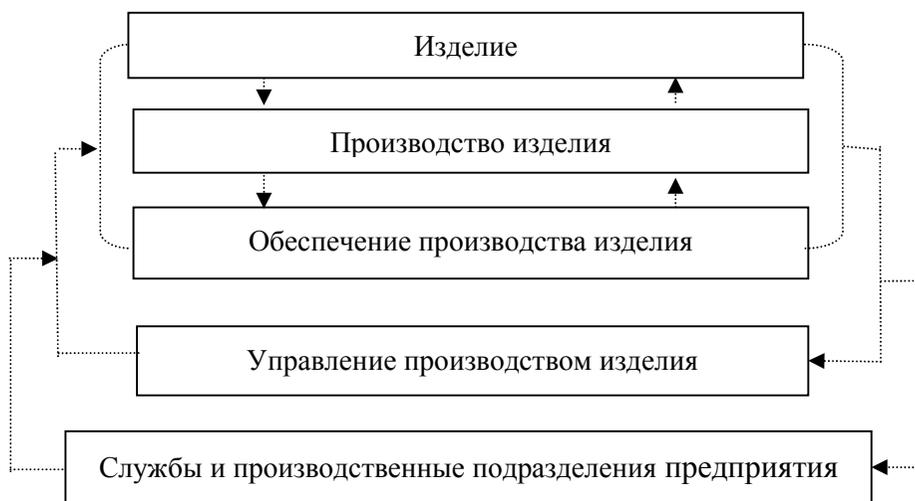


Рис. 1. Общая схема управления производством

Обеспечение производства изделия включает ресурсное обеспечение и подготовку производства. Кроме того, в подготовку производства включены работы, связанные с модернизацией оборудования, перепланировкой зданий, обучением персонала и повышением его квалификации и многое другое.

Таблица 1

Понятийное описание системы управления производством

№ п.п.	Понятие	Уровни структуризации	
		2-й	3-й
1	2	3	4
1	Изделие	Структура, Технология	<i>Структура:</i> изделие, узел, деталь. <i>Технология:</i> техпроцесс, операции, ресурсы (материальные, производственные, трудовые)
2	Производство изделия	Вход, установки, процесс, ресурсы, выход	<i>Вход:</i> сырье, материалы. <i>Установки:</i> владелец процесса, управляющие установки, стандарты и нормативы, методики, инструкции, правила выполнения бизнес-процессов. <i>Процесс:</i> процесс, операции. <i>Ресурсы:</i> оборудование, оснастка, инструменты, профессии, инфраструктура, программное обеспечение, информация, сервисы, инструментарий. <i>Выход:</i> продукт, результат переработки входа с помощью ресурсов на основании методики.
3	Обеспечение производства	Ресурсное, подготовка произ-ва	Обеспечение материалами, финансами; ремонт оборудования; обеспечение оснасткой, электроэнергией; оснащение рабочих мест.
4	Управление производством изделия	Процессы	<i>Планирование:</i> стратегическое, оперативное, бизнес-планирование. <i>Диспетчирование:</i> выдача заданий. <i>Учет:</i> материалов, заготовок, готовой продукции, выполнения заказов, выполненных работ, заработной платы, затрат, бюджетирование. <i>Контроль:</i> контроллинг. <i>Регулирование:</i> ситуационное управление. <i>Анализ:</i> анализ выполнения заданий, выполнения заказов, затрат, производственной программы, работы цеха.
5	Цех	Структура, деятельность, продукция	<i>Структура:</i> производственная, технологическая, организационная. <i>Деятельность:</i> логистическая, производственная, технологическая, экономическая, организационная. <i>Продукция:</i> поковки.

Управление состоит в планировании, учете, контроле, анализе и регулировании производства изделия. Планирование включает стратегическое, оперативное и бизнес-планирование. Диспетчирование обеспечивает окончательную корректировку плановых заданий и выдачу заданий непосредственным исполнителям. Учет предполагает фактический учет хода производства. Контроль состоит в отслеживании выполнения производственных заданий и выявлении всевозможных отклонений от их выполнения. Регулирование предполагает корректировку плановых заданий с учетом текущей ситуации на момент выполнения заданий. В ходе анализа анализируется выполнение и корректировка планов. Многие задачи по управлению производством, использующие математические методы, реализованы с помощью технологий, работающих с данными. Использование для решения этого класса задач технологии работы со знаниями дополняет методы их решения и существенно повышает их качество.

При рассмотрении понятия "*Цех*" описывается его структура, деятельность и результат. Для структуры цеха рассматриваются производственная, технологическая, организационная структуры.

Деятельность структурируется на логистическую, производственную, финансовую, организационную и управленческую. Логистическая деятельность связана с работами по перемещению материалов с других цехов, их хранением в цехе (цеховые кладовые) и своевременной доставкой на рабочие места. Сюда же включаются работы, связанные с подготовкой готовой продукции (поковок) для передачи на дальнейшую их обработку в другие цехи. *Управленческая и организационная* деятельность реализуется администрацией и службами цеха. *Продукцией* кузнечно-прессового цеха являются поковки для деталей.

Таким же образом определяются и последующие уровни структуризации. Так, например, "структура" может быть представлена следующим образом: *производственная*: участки (молотовый, прессовый, порошковый, готовой продукции, рабочие места), *технологическая*: оборудование (молот, пресс, печь), операции (ковка, прессование, термическая обработка), профессии (молотобойцы, кузнецы, кочегары, рабочие), *организационная*: администрация цеха (начальник цеха, зам. по производству, зам. по подготовке производства, сменный мастер, мастер участка), службы (планово-диспетчерское бюро, бюро технико-экономического планирования, бухгалтерия), рабочие (кузнецы, молотобойцы, загрузчики термических печей). Для описания понятий нижних уровней структуризации используются такие понятия, как свойства, описывающие понятия в целом, характеристики этих свойств и их значение [16]. Такая форма

описания понятий существенно облегчает процесс дальнейшей формализации знаний с помощью формальных моделей.

Интеллектуализация отдельных задач. Возможными *классами задач* по управлению производством для *интеллектуализации* являются задачи контроля ввода документа; традиционные и новые задачи с выбором методов их решения; задачи принятия решений, связанные с построением и выбором вариантов с учетом различных критериев [5, 19], планирования, связанные с постановкой целей и выбором способов их достижения с учетом имеющихся и прогнозируемых возможностей.

Понятийное описание изделия. Понятийное описание изделия включает описание свойств понятий, их характеристик и значений [20]. Для описания объектов используются такие термины, как "*деталь, операция, материал, оборудование, профессия, оснастка, заготовка*", а для описания свойств – "*имеет, состоит, требует, выполняет*". Для описания характеристик понятий используется их классификация на общие, количественные и качественные и их конкретные значения. Количественные характеристики описываются как "*вес, размер, количество, норма расхода, норма времени, производительность, применяемость, длительность изготовления, трудоемкость, затраты, цена, стоимость*", а качественные – как "*цвет, влагоустойчивость, температурный режим, удобство в эксплуатации*". Примеры описания детали, технологии и оборудования приведены в виде таблицы (табл. 2).

На основании этой информации разрабатываются онтологические схемы, на которых понятия и их отношения отражены в графическом виде, и выбираются формальные модели представления знаний. На базе знаний об изделии, его структуре и технологии изготовления формируется общий список с указанием количества узлов и деталей изделия, определяются операции, оборудование, материалы, нормы времени, нормы расхода материалов и нормативные затраты, время опережения и цикл изготовления единицы изделия, узла и детали. Формулируется конкретный запрос к системе, например, в виде "Определить потребное количество материала на изготовление одной или всех деталей изделия". При этом используются знания БЗ, характеризующих предметную область и происходящие в ней процессы. Знания структурируются до уровня фактов, однозначно определяемых алгоритмом решения конкретной задачи. Задаются правила интерпретации знаний в пространстве значений признаков конкретных объектов базы данных. Ответ на запрос формируется следующим образом. Формируется алгоритм решения задачи с использованием знаний путем последовательного раскрытия запроса или отдельных его

составляющих через элементарные знания БЗ. Затем алгоритм последовательно погружается, начиная с конца, в пространство данных БД. Окончательный результат погружения алгоритма в пространство данных и будет ответом на запрос. Ответ на запрос выдается на языке пользователя, например: "Норма времени работы оборудования k при выполнении Операции l для Детали j Изделия i равна 0,25 нормо-часа".

Таблица 2

Понятийное описание изделия

Понятие	Свойство	Характеристики	Значение характеристик
1	2	3	4
Деталь	<i>имеет</i>	общие характеристики	назначение, чертеж, габариты, технология изготовления.
		количественные характеристики	вес, размер, длительность изготовления, трудоемкость, затраты, количество операций.
		качественные характеристики	влагоустойчивость, температурный режим.
	<i>требует</i>	для изготовления	операция, материал (норма расхода).
Технология	<i>имеет</i>	общие характеристики	наименование, шифр, последовательность операций; материал, заготовка, детали, оборудование, профессия.
		количественные характеристики	длительность изготовления, трудоемкость, затраты, кол-во операций, последовательность операций, техмаршрут.
		качественные характеристики	специфические условия применения, преимущества.
	<i>требует</i>	для выполнения	оборудование, нормо-часы; профессия, нормо-часы; материал, норма расхода.
Оборудование	<i>имеет</i>	общие характеристики	назначение, преимущества, условия эксплуатации, операции.
		количественные характеристики	количество в группе, вес единицы, габариты, производительность, норма времени, время на переналадку.
		качественные характеристики	влагоустойчивость, температурный режим, условия эксплуатации.
	<i>принадлежит</i>	группе оборудования	оборудование, группа оборудования, количество.

Задача "Контроль Производственной программы цеха". Суть задачи контроля заключается в предварительной проверке производственной программы цеха на новый период на обеспеченность технической документацией с целью выявления и устранения таких расхождений до начала планового периода [13, 14, 16]. Интеллектуальной системой задача воспринимается как предметная область. Знания о задаче и методах ее решения описываются и представляются с учетом используемых в ней понятий и отношений. Понятиям даются определения и указываются их свойства. При описании взаимоотношений между понятиями устанавливается характер отношений. Результатом является общий список понятий, их определения и термины для описания свойств и отношений. Знания, описывающие задачу, представляются в виде процедурных и декларативных знаний с помощью семантических сетей, фреймов, продукций и логических моделей. При недостатке знаний используется опыт и знания менеджеров реального производства, владеющих полной информацией о решении задачи. В роли базовых понятий выделены организационные единицы, документы и их взаимодействие.

Элементами организационной структуры являются отделы: конструкторско-технологический и производственный и цех. В данной задаче они выступают как неделимое целое, проявляясь только той ролью, которую они играют в общем процессе решения задачи. При онтологическом описании используется только это их свойство. По мере рассмотрения других задач предметной области могут добавляться новые свойства. Для описания функций элементов организационной структуры использовались термины: "разрабатывает, согласовывает, выполняет".

Задача использует документы: Производственную программу, Техническую документацию и Условия цеха. При выявлении необеспеченности и несоответствий информации документов используются знания о видах несоответствий, причинах и действиях по их устранению. На выходе получаем несоответствия и действия по устранению на конкретный период. При описании документов указывается их назначение и работающие с ними службы с видами работ. Описываются понятия, их свойства, характеристики и их значения, характер взаимодействия служб и документов. Конкретизация характера служб представляет уточнение свойств путем указания "с кем и с чем они проявляются". На основании приведенной выше информации разрабатываются онтологические схемы, на которых в графическом виде отражены понятия и их отношения. Более детально это продемонстрировано в следующем подразделе статьи.

Информацию документов можно представить пользователю в

привычной для него форме – как нормативная, плановая и фактическая модели производства (рис. 2).

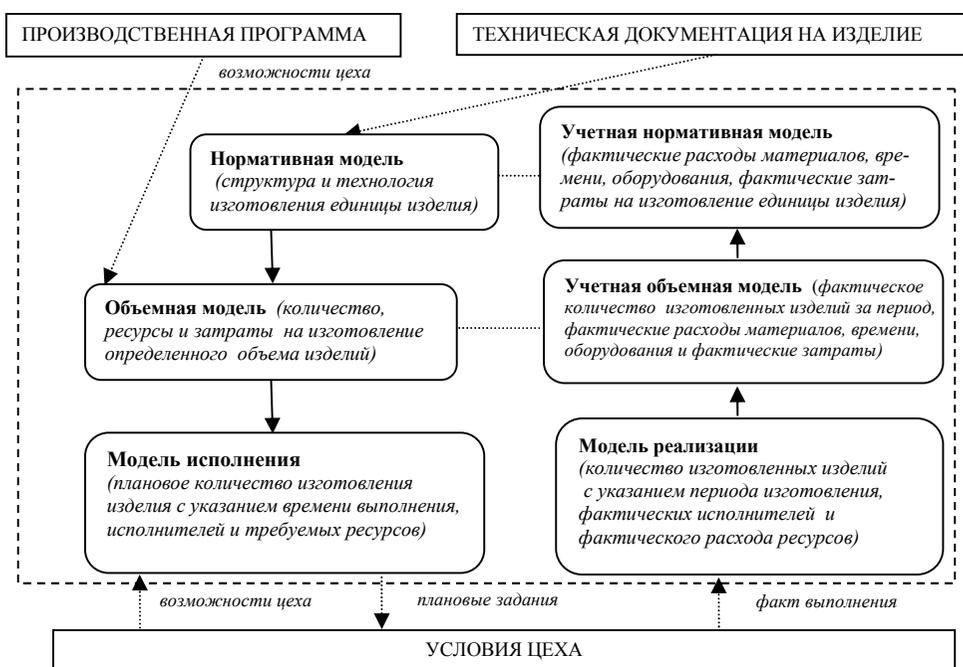


Рис. 2. Информационные модели изделия в системе управления цехом

Каждая модель характеризует изделие, но имеет свое назначение в общем процессе его изготовления. Нормативная модель отображает структуру и технологию изготовления единицы изделия, объемная – объемные показатели изготовления определенного количества изделия, выполнения – плановая привязка элементов объемной модели к конкретным исполнителям и оси времени, реализации – фактическое изготовление изделия конкретными исполнителями в привязке к конкретному моменту времени, учетная объемная – фактические объемные показатели изготовления определенного количества изделия, учетная нормативная – фактические значения элементов нормативной модели в расчете на единицу изделия, узла, детали. Построение моделей связано с решением целой цепочки задач, связанных с определением собственных возможностей предприятия по изготовлению изделий и возможностей изготовления их посторонними организациями, расчетом потребности в ресурсах и поиском поставщиков, определением партий изготовления, времени опережения и циклов изготовления, материальных и финансовых потоков. Такой вид имеют модели

представления изделия на логическом уровне при анализе предметной области.

На этапе проектирования и компьютерной реализации модели будут реализованы в виде взаимосвязанных файлов базы данных и знаний, и соответствующих алгоритмов и программ.

Контроль документов, их структуры и взаимосвязей с другими документами. Разработана модель контроля ввода реквизитов документов, полноты их структуры и взаимосвязей с другими документами. Создан специальный язык описания документов и их элементов, что позволяет персоналу предприятия самому описывать и изменять используемые документы, что упрощает реализацию задач, связанных с контролем ввода. Работа модели демонстрируется на примере документов задачи "Контроль Производственной программы цеха" (табл. 3 – 6).

Таблица 3

Определения документов

№ п.п.	Документ	Определение
1	Техническая документация	Полная нормативная модель производства, понятия которой во многом определяют понятия всей системы управления производством в целом.
2	Производственная программа	Плановая модель производства, определяющая количественную составляющую (объемы производства, сроки изготовления, затраты) деятельности цеха за определенный период.
3	Условия цеха	Информационная модель о фактических мощностях цеха на плановый период.

Таблица 4

Характер отношений

№№ п.п.	Документы	Отношения
1	Техническая документация, Условия цеха	Конструкторско-технологическая информация. Технической документации должна соответствовать фактическим условиям цеха.
2	Техническая документация, Производственная Программа	Техническая документация должна обеспечивать конструкторско-технологической информацией все позиции Производственной программы цеха.
3	Производственная программа, Условия цеха	Плановая информация Производственной программы должна соответствовать фактическим условиям цеха.

Таблица 5

Типы отношений

№ п.п.	Документы	Типы отношений	Конкретизация отношений
1	Техническая документация, Условия цеха	<i>соответствовать</i>	Детали, операции, оборудование, профессия и материал ТД цех может обрабатывать.
2	Техническая документация, Производственная программа	<i>обеспечивать</i>	По всем изделиям и деталям ПрПр Техническая документация должна содержать конструкторско-технологическую информацию, необходимую для изготовления в цехе.
3	Производственная программа, Условия цеха	<i>соответствовать</i>	Изделия и детали Производственной программы цех может обрабатывать.

Таблица 6

Информационные отношения документов

№ п.п.	Документы	Типы отношений	Конкретизация отношений
1	Техническая документация, Условия цеха	<i>содержать</i> (детали, операции, материал, оборудование, профессия)	Детали, операции, оборудование, профессия и материал технической документации должны содержаться в Условиях цеха.
2	Производственная программа, Техническая документация	<i>содержать</i> (изделия, детали)	Изделия и детали Производственной программы должны содержаться в Технической документации.
3	Производственная программа, Условия цеха	<i>содержать</i> (изделия, детали)	Все изделия и детали Производственной программы должны содержаться в Условиях цеха (обрабатываться цехом).

В задаче используется три документа: Техническая документация на изделие (ТД), Производственная программа цеха (ПрПр) и Условия цеха (УЦ) [13, 14, 16]. Вокруг этих объектов группируются знания. Документы являются базовыми для работы цеха. Они используются при планировании, организации и управлении цехом. Производственная программа содержит информацию о запускаемых в цехе деталях на плановый период. Техническая документация определяет технологию изготовления в условиях предприятия. Условия цеха отражают фактическое состояние цеха на плановый период. С точки зрения формальной структуры все они представляют собой наборы документов, описывающих структуру и технологию изделия, узла и

детали, плановые задания и состояние оборудования, возможных операциях с деталями и материал.

С модельной точки зрения они рассматриваются как нормативная и плановая модель производства и информационная модель фактических мощностей цеха (табл. 3). Характер отношений с выделением типов представлен в табл. 4 – 5, а информационных отношений – в табл. 6. Представленные таким образом описания документов записываются с помощью онтологии и формальных моделей.

Интеллектуальные информационные технологии.

Интеллектуализация системы управления и ее задач осуществляется с помощью стандартных моделей представления знаний и онтологических подходов. На этой базе разработаны модели извлечения, структурирования, формализации и представления знаний, которыми владеют эксперты предметных областей [16], или содержатся в различных письменных источниках [17]. Эти же модели используются при создании и развитии предметно-ориентированной базы знаний интеллектуальной системы [18]. Модели нацелены на совместную работу в рамках систем, реализующих конкретные цели для различных ситуаций. Имеют общую методологическую основу, построены по одним и тем же принципам, используют одни и те же подходы и методы. Модели представляют собой связную целостность: результаты работы моделей предыдущих этапов являются входами для моделей последующих этапов. Общим результатом работы всего комплекса являются знания о предметной области и решаемых там задачах, организованные в систему знаний, имеющую как вербальную, так и формализованную форму представления.

Выводы. Для систем управления производством разработаны модели представления изделия, контроля обеспеченности производственной программы цеха технической документацией и контроля документов с использованием знаний и методов инженерии знаний. Модели описывают понятийную структуру цеха и его деятельность, которая является иерархическим понятийным скелетом при разработке интеллектуальных моделей для решения других задач управления производством. Кроме того, разработанные модели определяют еще и методы, и модели представления и компьютерной обработки знаний, с помощью которых специфика задач производства может отражаться наиболее полно. Дальнейшие исследования в этом направлении направлены на поиск адекватных информационных технологий для компьютерной реализации моделей.

Ориентированные на машиностроительное предприятие, подходы к построению моделей могут быть использованы при интеллектуализации задач других предметных областей.

Список литературы: 1. *Тимашова Л.А.* Организация виртуальных предприятий. Монография / *Л.А. Тимашова, С.К. Рамазанов, Л.А. Бондар, В.А. Леценко.* – Луганск: Изд-во ВНУ им. В.Даля, 2004. – 368 с. 2. *Гаврилова Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / *Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский.* – СПб.: Питер, 2000. – 384 с. 3. *Поспелов Д.А.* Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / *Д.А. Поспелов.* – М.: Радио и связь, 1989. – 184 с. 4. *Джарратино, Джозеф. Райли, Гари.* Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание: Пер. с англ. – М: ООО "И.Д. Вильямс", 2007. – 1152 с. 5. *Гриценко В.И.* Технологии принятия решений в условиях систем интеллектуального управления бизнесом / *В.И. Гриценко, Л.А. Тимашова* // Матеріали школи-семінару "Перспективні технології прийняття рішень в умовах систем інтелектуального управління бізнесом", Київ. – 2014. – С. 4-14. 6. *Тимашова Л.А.* Проблемы интеллектуализации решения задач моделирования и управления производственными процессами / *Л.А. Тимашова* // УСИМ, 2016. – № 4. – С. 16-26. 7. *Степашко В.С.* Концептуальные основы интеллектуального моделирования / *Л.А. Степашко* // УСИМ, 2016. – № 4. – С. 3-15. 8. *Валькман Ю.Р.* На пути построения онтологии интеллектуального моделирования / *Ю.Р. Валькман, П.В. Степашко* // Індуктивне моделювання складних систем – Вып. 7. – К.: МННЦ ІТтаС НАНУ, 2015. – С. 101–115. 9. *Мейтус В.Ю.* Введение в теорию интеллектуальных систем. Основные представления / *В.Ю. Мейтус.* – Palmarium academic publishing, Саарбрюкен, 2015. – 189 с. 10. *Леценко В.А.* Проблемы построения интеллектуальных систем управления предприятиями / *В.А. Леценко* // Індуктивне моделювання складних систем: ЗНП. – Київ: МННЦ ІТ та С НАН та МОН України, 2009. – С. 102-113. 11. *Мейтус В.Ю.* Проблемы создания интеллектуальных систем управления производством / *В.Ю. Мейтус* // Матеріали школи-семінару "Перспективні технології прийняття рішень в умовах систем інтелектуального управління бізнесом", Київ. – 2014. – С. 15-30. – Режим доступу: http://www.irtc.org.ua/Inform/190_2014.pdf. 12. *Тимашова Л.А.* Модели проектирования и управления логистикой виртуального предприятия: монография / *Л.А. Тимашова, Л.П. Тур, В.А. Леценко, Л.Б. Вовк.* – К.: МНУЦИТс, 2009. – 115 с. 13. *Тимашова Л.А.* Інформаційні системи для сучасних бізнес-аналітиків / *Л.А. Тимашова, Л.А. Бондар, В.А. Леценко, Т.В. Ткаченко, А.Г. Кондиріна* // Монографія. – К.: АПСВ, 2005. – 483 с. 14. *Листопад А.П.* Модели и методы инвестиционной политики развития информационного капитала машиностроительного предприятия / *А.П. Листопад* – Автореф. канд. дисс., 2011. – С. 17. 15. *Леценко В.А.* Программные средства моделирования систем, интегрирующих процессы проектирования и производства / *В.А. Леценко, Л.Ю. Таран* // Моделирование интеллектуальных процессов проектирования и производства. Материалы второй междунаучно-техн. конф. CAD/CAM/*98, Институт технической кибернетики НАН Беларуси, Минск, 1999. – С. – 102-115. 16. *Тимашова Л.А.* Модели извлечения и структурирования знаний / *Л.А. Тимашова, А.И. Морозова, В.А. Леценко, Л.Ю. Таран* // Індуктивне моделювання складних систем: ЗНП. Відп. ред. В.С. Степашко. – К.: МННЦ ІТ та С, 2015. – С. 132-151. 17. *Тимашова Л.А.* Модель извлечения знаний об умном предприятии из научных статей / *Л.А. Тимашова, А.И. Морозова, В.А. Леценко, Л.Ю. Таран* // Матеріали школи-семінару "Теорія та практика досліджень створення розумних підприємств", Київ, 2015. – С. 32-48. 18. *Тимашова Л.А.* Система представления предметно-ориентированных знаний для создания "умного" предприятия на основе интеллектуальных средств обработки и онтологических подходов / *Л.А. Тимашова,*

А.И. Морозова, В.А. Леценко, Л.Ю. Таран // УСиМ, 2016 – № 5. – С. 47-51
19. Леценко В.А. Онтологический подход к построению интеллектуальных решений / В.А. Леценко // Интеллектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжн. наук. конф. Херсон: ХНТУ, 2010. – С. 266-268.
20. Леценко В.А. Технология извлечения знаний, ориентированная на образное представление цехового управления / В.А. Леценко, А.И. Морозова, Л.Ю. Таран // Материалы III между. конф. "Вычислительный интеллект: результаты, проблемы, перспективы", ConInt–2015. – Черкассы – 2015. – С. 127-129.

References:

1. Timashova, L.A., Ramazanov, S.K., Bondar, L.A. and Leshchenko, V.A. (2004), *Organization of virtual enterprises*, Monograph, Publishing house of the VNU. V. Dahl, Lugansk, 368 p.
2. Gavrilova, T.A. and Khoroshevsky, V.F., (2000), *Knowledge bases of intellectual systems*, Publishing house: Peter, St. Petersburg, 384 p.
3. Pospelov D.A., (1989), *Modeling reasoning. Experience in the analysis of mental acts*, Radio and Communication, Moscow, 184 p.
4. Jarratino, Joseph, Riley, Gary, (2007), *Expert systems: principles of development and programming, 4th edition: Trans. with English*, ООО "I.D. Williams", Moscow, 1152 p.
5. Gritsenko, V.I., Timashova, L.A., (2014), "Technologies of decision making in the conditions of systems of intellectual management of business", *Perspective technology priyonyattya rishen in the minds of the systems of intellectual control of business*, The materials of the school-seminar, Kyiv, pp. 4-14.
6. Timashova, L.A., (2016), "Problems of Intellectualization of the Solution of the Problems of Modeling and Control of Production Processes", *USIM*, №4, pp. 16-26.
7. Stepashko, V.S., (2016), "Conceptual foundations of intellectual modeling", *USIM*, № 4, pp. 3-15.
8. Val'kman, Yu.R., Stepashko, P.V. (2015), "On the path of constructing the ontology of intellectual modeling", *Inductive modeling of folding systems*, No. 7, MNNC IT and S, pp. 101-115.
9. Meitus, V.Yu., (2015), *Introduction to the theory of intelligent systems. Main ideas*, Palmarium academic publishing, Saarbrucken, 196 p.
10. Leshchenko, V.A. (2009), "Problems of building intellectual systems of enterprise management", *Inductive modeling of folding systems: Proc.*, MNNC IT and S, pp. 102-113.
11. Meitus, V.Yu., (2014), "Problems of creating intelligent production management systems", *Advanced decision-making technologies in the articles of intellectual management of business*, The materials of the school-seminar, Київ. pp. 15-30.
12. Timashova, L.A., Tour, L.P., Leshchenko, V.A. and Vovk, L.B., (2009), *Models of designing and management of logistics of the virtual enterprise: the monography*, MNNC IT and S, Kiev, 115 p.
13. Timashova, L.A., Bondar, L.A., Leshchenko, V.A., Tkachenko, T.V. and Kondirina, A.G., (2005), *Information systems for today's business analysts*, Monograph, APDV, Kiev, 483 p.
14. Listopad A.P. (2011), *Models and methods of investment policy for the development of information capital of a machine-building enterprise*, Author's abstract. Cand. Diss., Kiev, 17 p.
15. Leschenko, V.A. and Taran L.Yu., (1999), "Software for modeling systems integrating the design and production", *Modeling of intellectual processes of design and production*, Materials of the second international scientific and technical conference CAD / CAM / * 98, Institute of Technical Cybernetics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, pp. 102-115.

16. Timashova L.A., Morozova, A.I., Leschenko, V.A. and Taran, L.Yu., (2015), "Models of knowledge extraction and structuring", Ed. V.S. Stepashko, *Inductive modeling of folding systems: Proc.*, MNNC IT and S, Kiev, pp. 132-151.
17. Timashova, L.A., Morozova, A.I., Leschenko, V.A. and Taran, L.Yu., (2015), "Model of knowledge extraction about a smart enterprise from scientific articles", *Teoriya ta praktyka doslenie svarennya rozumnikh pidpriemstv*, The materials of the school-seminar, Kiev, pp. 32-48.
18. Timashova, L.A., Morozova, A.I., Leschenko, V.A. and Taran, L.Yu., (2016), "The system of representation of object-oriented knowledge for the creation of an "intelligent enterprise based on intelligent processing tools and ontological approaches", *USIM*, Vol. 5, pp. 47-51.
19. Leshchenko, V.A., (2010), "Ontological approach to the construction of intellectual solutions", *Intellectual decision-making systems and problems of computational intelligence*, Proceedings of the International Scientific Conference, KhNTU, Kherson, pp. 266-268.
20. Leshchenko, V.A., Morozova, A.I., Taran, L.Yu., (2015), "The technology of knowledge extraction, oriented to a figurative representation of guild management, *Computational intelligence: results, problems, prospects*, ConInt-2015, Materials of III Intl. Conf., Cherkassy, pp. 127-129.

Статью представил д-р техн. наук, проф. КНУ Заславский А.А.

Поступила (received) 01.12.2017

Timashova Liana, Dr. Tech. Sci.,
Head Department of the International Research and Training Center of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine,
Glushkov ave., 40; Kyiv, 03680,
Тел.: 0445261319, e-mail: dep190@irtc.org.ua;

Leschenko Valentina, Research Assistant of Virtual systems department of the International Research and Training Center of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine,
Glushkov ave., 40; Kyiv, 03680,
Тел.: 0953162238, e mail: stepova40@gmail.com.

Morozova Anna, Chief engineer-programmist of Virtual systems department of the International Research and Training Center of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kyiv, 03680,
Тел.: 0445261319, e-mail: dep190@irtc.org.ua;

Taran Larisa, Chief engineer-programmist of Virtual systems department of the International Research and Training Center of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine,
Glushkov ave., 40, Kyiv, 03680,
Тел.: 0445261319, e-mail: dep190@irtc.org.ua.

УДК 65.011.56

Інтелектуалізація систем управління виробництвом / Тимашова Л.А., Лещенко В.О., Морозова О.І., Таран Л.Ю. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2017. – № 50 (1271). – С. 143 – 158.

Представлені результати інтелектуалізації системи управління виробництвом за допомогою працюючих зі знаннями технологій. Наведено онтологічне опис системи управління та завдань, пов'язаних з поданням виробу, контролю забезпеченості виробничої програми технічною документацією та контролю структури документів. Ил.: 2. Табл.: 6. Бібліогр.: 20 назв.

Ключові слова: виробництво; системи управління; виріб; виробнича програма; структура документів, знання.

УДК 65.011.56

Интеллектуализация систем управления производством / Тимашова Л.А., Лещенко В.А., Морозова А.И., Таран Л.Ю. // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2017. – № 50 (1271). – С. 143 – 158.

Представлены результаты интеллектуализации системы управления производством с помощью работающих со знаниями технологий. Приведено онтологическое описание системы управления и задач, связанных с представлением изделия, контроля обеспеченности производственной программы технической документацией и контроля структуры документов. Ил.: 2. Табл.: 6. Библиогр.: 20 назв.

Ключевые слова: производство; системы управления; изделие; производственная программа; структура документов, знания.

UDC 65.011.56

Intellectualization of management systems / Timashova LA, Leshchenko VA, Morozova AI, Taran L.Yu. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2017. – №. 50 (1271). – P. 143 – 158.

The results of the intellectualization of the production management system with the help of knowledgeable technologies are presented. An ontological description of the management system and tasks associated with the presentation of the product, control of the provision of the production program with technical documentation and control of the structure of documents is given. Figs.: 2. Tabl.: 6. Refs.: 20 titles.

Keywords: production; management tasks; product; production program; structure of documents, knowledge.