



УДК 519.872:004.318

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПОДХОДА

Д.Э. ЛЫСЕНКО*Национальный
аэрокосмический
университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»**e-mail:
lysenko.d@gmail.com*

Статья посвящена задаче поиска вариантов технологических процессов в базе прецедентов, описывающей разработки прошлых периодов. Обоснована целесообразность применения прецедентного подхода. Описан алгоритм формирования базы прецедентов. Показано, что предварительная кластеризация базы прецедентов позволяет сократить время поиска. Рассмотрена задача моделирования структуры технологических процессов для компактного представления данных в базе прецедентов. Построен набор унифицированных операций, используя которые можно описать структуру произвольного технологического процесса.

Ключевые слова: технологический процесс, прецедентный подход.

Введение

При разработке и внедрении в производство новых видов продукции необходимо решать задачи проектирования структуры технологических процессов. При этом необходимо искать как новые решения, основанные на внедрении новых технологий, оснастки, оборудования, так и использовать опыт, описывающий устоявшиеся, хорошо отработанные технологические решения, а также выявленные при их применении проблемы.

Задача проектирования и автоматизированного синтеза технологического процесса (ТП) должна решаться на основе анализа опыта прошлых разработок. Для этого необходимы модели, описывающие структуру технологического процесса и позволяющие осуществлять сравнение и поиск аналогов планируемого решения (образца). Таким образом, задача автоматизации поиска технологических процессов и операций с учётом опыта прошлых разработок является актуальной научно-прикладной задачей.

Поиск вариантов технологических процессов с применением прецедентного подхода

При оценке технологической реализуемости планов развития предприятия необходима информация, которая формируется из анализа технологической документации базовых образцов прошлых разработок.

Для этого используется архив прошлых разработок, в частности, технологических решений, в котором хранится информация, необходимая для принятия решений на предпроектной стадии планирования развития предприятия. Для задач настоящего исследования особый интерес представляют требования по оснащённости технологического процесса оборудованием и оснасткой, а также трудоемкости по видам работ. Эту информацию можно получить из анализа документации прошлых разработок, в частности, для отобранного базового образца (образца-аналога), наиболее подходящего по параметрам к планируемой продукции. Поиск и отбор базовых образцов-аналогов производится в системе прецедентного типа с учетом степени сходства для получения необходимой информации о типе ТП, требуемой оснащённости и трудоемкости работ. Отличие отдельных параметров базового образца и планируемого зависит от объема и содержания модернизации.

В общем виде процедура оценки реализуемости плана развития предприятия включает последовательность задач:

- описание объема и содержания планируемой новации (модификации);
- поиск и отбор возможных аналогов в работах прошлых периодов;



- выбор базового образца-аналога и оценка его степени сходства с планируемым по совокупности сформулированных параметров сравнения;
- разработка моделей функционирования подсистем и в целом производственного процесса для оценки таких параметров как производительность, ритмичность, объем незавершенного производства и других, необходимых для проведения оценки технико-экономических показателей;
- моделирование и оценка технологического оснащения и системы контроля в зависимости от планируемого объема выпуска.

Особенностью процесса принятия решения при выборе варианта развития предприятия является необходимость анализа больших объемов информации при наличии ограничений во времени на оценку вариантов и значительном уровне неопределенности, присущем предпроектному этапу. С другой стороны, сам процесс формирования вариантов как основы выбора является нетривиальной задачей принятия решения, особенно на предпроектной стадии. Возможность упустить из рассмотрения приемлемый (продуктивный) вариант усиливает важность и ответственность данного этапа. В силу этого, при формировании перечня возможных вариантов используются различные методы поиска информации, в том числе и предлагаемый здесь метод аналогий (прецедентов), основанный на использовании опыта прошлых разработок.

Предлагается использовать для принятия решений по выбору варианта развития производства прецедентный подход [1], позволяющий решать задачи поддержки принятия решений в сложных слабоструктурированных системах. Выбор данного подхода обусловлен тем, что зачастую на производственном предприятии к моменту возникновения проблемы выпуска новой продукции или ее модернизации уже накоплен значительный опыт решения похожих проблем, возникавших ранее [2, 3].

В соответствии с положениями теории прецедентов, известной еще как «Case-Based Reasoning» (CBR – метод рассуждений на основе прецедентов), прецедент представляет собой информационный блок, включающий в себя базовую ситуацию, соответствующее ей решение, а также перечень ресурсов и непосредственных исполнителей. В процессе профессиональной деятельности в некоторой области формируются проблемно-ориентированные прецеденты, которые накапливаются в хранилище (базе прецедентов), в качестве которого могут выступать реляционные базы данных (БД), специализированные серверы знаний, многомерные БД, архивы и т.д. Ситуация, для которой сформирован прецедент, в дальнейшем считается опорной или базовой [4].

Принятие решения на основе прецедентного подхода предполагает решение следующего круга задач:

- выбор способа формализованного представления знаний о ситуации и возможных решениях;
- определение способа поиска и выбора технологических решений в хранилище прецедентов;
- разработка метода идентификации и адаптации решений.

Типовой прецедент представляет собой структуру, состоящую из описания проблемы, характеризующей сложившуюся ситуацию на момент активизации прецедента, и решения, содержащего возможные варианты принятия решений.

Алгоритм формирования базы прецедентов включает следующие фазы:

- 1) определение весовых коэффициентов признаков для оценки уровня значимости прецедента в рассматриваемой базе;
- 2) кластеризация прецедентов по выявленным признакам;
- 3) поиск требуемого множества прецедентов на основе критерия подобия ситуаций.

В фазе 1 определяется оценочная функция признаков – чем меньше (или больше) значение имеет эта функция, тем более важен соответствующий признак.



Оценочная функция позволяет в дальнейшем производить отбор релевантных прецедентов, используя отношение подобия, построенное на множестве наиболее важных признаков.

Тогда для заданного набора весов признаков $w_j (w_j \in [0,1], j=1, \dots, n)$ и пары прецедентов e_p и e_q , определим взвешенную меру близости как

$$R_{pq}^{(w)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 (x_{pj} - x_{qj})^2}, \tag{1}$$

а меру подобия прецедентов

$$SIM_{pq}^{(w)} = \frac{1}{1 + R_{pq}^{(w)}}, \tag{2}$$

где x – значения признаков.

Если все веса w одинаковы и равны 1, то мера близости соответствует евклидовой мере и обозначается как R_{pq} , а соответствующая ей мера подобия – SIM_{pq} .

Оценочная функция признаков определяется следующим образом:

$$G(w) = \frac{2}{n(n-1)} \left[\sum_p \sum_{q:q < p} (SIM_{pq}^{(w)} (1 - SIM_{pq}^{(w)})) + SIM_{pq} (1 - SIM_{pq}^{(w)}) \right], \tag{3}$$

где n – число прецедентов в базе прецедентов.

На фазе 2 выполняется кластеризация базы прецедентов.

Кластеризация базы прецедентов используется для ускорения операций выборки сходных прецедентов и предварительного разбиения базы прецедентов на компактные множества покрытия.

Алгоритм кластеризации основывается на категории сходства в выражениях (1), (2) и имеет вид:

- 1) задается уровень значимости (пороговый уровень) $\beta \in [0,1]$;
- 2) определяется модифицированная матрица подобия,

$$SIM' = \max_k \left\{ \min (SIM_{pq}^{(w)}, SIM_{kq}^{(w)}) \right\}; \tag{4}$$

если $SIM' \subset SIM$, то определяются отдельные кластеры на основе правила: «прецедент p и прецедент q принадлежат одному кластеру тогда и только тогда, когда $s_{pq} \geq \beta$, в противном случае матрица SIM заменяется на SIM' и выполняется возврат к шагу 2.

После того как исходная база прецедентов разделена на отдельные кластеры, можно реализовать процедуру поиска релевантных прецедентов на основе отношения подобия.

При использовании кластеризированной базы прецедентов временные затраты на поиск решения существенно снижаются, таким образом, быстродействие системы увеличивается.

Функция выбора прецедентов является основной функцией для реализации механизма поиска технологического решения, соответствующего оборудованию и исполнителей, и представляет собой техническую сторону принятия решения.



Для определения перечня потенциальных вариантов работ (технологических операций) необходимо описать основные ТП данного производства в терминах понятий существующих категорий. Объекты понятий, описывающие ТП, классифицируются по имеющимся категориям, описываются связи между ними и затем производится поиск ТП в базе технологических решений, близких к описываемой.

В итоге, для поиска вариантов ТП производится анализ всех технологических решений, подобных планируемому, на основании заданного отношения подобия.

Для задачи попарного сравнения иницирующего образца с прецедентом, отобранными из хранилища, вычисляются отклонения характеристик планируемого ТП от найденных эталонных, которое обозначим Δx_i . Характеристики x_i необходимо нормализовать и привести к изоморфному виду. Для этого можно использовать функцию полезности.

Задача ранжирования и отбора прецедентов на основе оценки подобия осуществляется на основе многофакторной обобщенной оценки «расстояния» характеристик планируемого ТП от найденных эталонных, которая имеет вид:

$$L = \sum_{i=1}^n w_i \Delta x_i, \quad (5)$$

где w_i – весовые коэффициенты, определяющие значимость отдельных характеристик по отношению к другим, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, $0 < w_i \leq 1$. В соответствии с принципом оптимальности

$$x^o = \arg \min_{x \in X} \sum_{i=1}^n w_i \Delta x_i. \quad (6)$$

По такому принципу происходит ранжирование найденных эталонных ТП по степени подобия планируемому.

Моделирование структуры технологических процессов

При поиске решения о наилучшей организации работы технологического процесса приходится иметь дело с информацией различной природы, метрики и степени воздействия на конечный целевой критерий.

Для удобства использования опыта прошлых разработок информация первого этапа предпроектных исследований должна формироваться и храниться в компактном виде в объеме и номенклатуре, требуемых для оперативного анализа, моделирования и принятия управленческих решений.

Поскольку технологическая операция является основной структурной единицей технологического процесса и на ее основе строится принцип унифицированной детали и группового техпроцесса обработки, следует использовать способ компактного, информативного и наглядного представления структуры пооперационного технологического процесса и требуемых ресурсов для его реализации [5, 6]. Функциональные связи между операциями ТП зависят от типа выполняемой операции и состава технических средств.

Разнообразие технологических процессов производства существенно затрудняет их исследование, сравнение и оценку. Из-за множества параметров, присущих различным технологическим процессам, сложно формулировать обобщенные критерии оценки, так как значимость их будет различна для сравниваемых вариантов. Это обстоятельство существенно усложняет способы представления технологических процессов в архиве прецедентов, особенно структурной части ТП. Для задач предпроектного анализа структуры и ресурсных параметров технологических процессов необходимо иметь возможность формализовать структуры ТП по некоторому набору обобщенных унифицированных операций, которые несут информацию по таким параметрам операций как трудоемкость, требуемое оборудование и оснастка. Эта информация необходима для оценки реализуемости плана развития предприятия по оснащенности



(возможной дооснащенности), составу работников по видам работ и др.

Анализ технологических процессов различных производств [7 – 9] показывает, что операциями обработки, сборки, разработки (распределения), нарезки (штамповки), контроля (распределения), и испытания практически исчерпывается весь их набор. Для формирования унифицированной структурной модели технологической операции введем три следующих характеристических параметра: количество входов $n_{вх}$, количество выходов $n_{вых}$ и учетный коэффициент передачи технологической операции K_y . Первые два параметра не требуют пояснений, поэтому рассмотрим только третий параметр.

Учетным коэффициентом передачи по i -му входу и j -му выходу K_y^{ij} будем называть отношение счетного количества физических единиц материалов, комплектующих изделий, сборочных узлов и т.п. j -го выхода технологической операции $u_{выхj}$ к счетному количеству поступивших на вход технологической операции физических единиц материалов, сборочных узлов и изделий $u_{вхi}$.

Тогда можно дать следующее описание технологических операций и структуры ТП в целом.

Обработка – операция, имеющая для обрабатываемого изделия имеет один вход ($n_{вх} = 1$), один выход ($n_{вых} = 1$), следовательно учетный коэффициент передачи $K_y^{ij} = 1$ (количество изделий, поступивших на операцию, равно количеству изделий, вышедших с нее). Появление отходов, брака и т.д. после операции не опровергает соотношения $K_y^{ij} = 1$, а лишь означает, что данная операция представляет собой совокупность операций «обработка» и «контроль», даже если последнее не указано специально. Цель операции – выполнение над изделиями какой-либо технологической процедуры обработки (изменение физических или геометрических параметров изделия).

Сборка – операция, имеет несколько входов ($n_{вх} = N, N \geq 2$) и один выход ($n_{вых} = 1$) с учетным коэффициентом передачи $K_y^{ij} < 1$. Цель операции – агрегирование изделий (изготовление сборочных узлов из деталей и т.п.).

Демонтаж (разборка) – операция, имеющая по обрабатываемому изделию имеет один вход ($n_{вх} = 1$) и несколько выходов ($n_{вых} \geq 2$) с учетным коэффициентом передачи по любому выходу $K_y^{ij} > 1$. Цель операции – разагрегирование сборочных узлов, распределение комплекта одинаковых деталей на несколько потоков (разбраковка).

Нарезка (штамповка) – операция, имеющая имеет один вход ($n_{вх} = 1$) и несколько выходов ($n_{вых} \geq 1$) с учетным коэффициентом передачи $K_y^{ij} \geq 1$. Цель операции – переход от групповой технологии обработки изделий к единичной.

Контроль – операция, имеющая имеет один вход ($n_{вх} = 1$) и несколько выходов ($n_{вых} \geq 2$) с учетным коэффициентом передачи $K_y^{ij} > 1$ по любому выходу. Цель операции – проверка качества изделий, как правило, с последующей сортировкой (распределением по группам). Для контрольной операции учетный коэффициент передачи по i -му входу K_y^{ij} является случайной величиной с математическим ожиданием $M[K_y^{ij}]$ и случайным отклонением σ_K .

Тренировка – операция, имеющая имеет один вход ($n_{вх} = 1$) и один выход ($n_{вых} = 1$), учетный коэффициент передачи $K_y^{ij} = 1$. Цель операции – улучшение качества изделий.

Испытание – операция, имеющая один вход ($n_{вх} = 1$) и один выход ($n_{вых} = 1$) с учетным коэффициентом передачи $K_y^{ij} = 1$. Цель операции – проверка качества изделия.

Рассмотренные выше операции можно свести в таблицу.



Таблица

Характеристические параметры технологических операций

Операция	Количество входов		Количество выходов		Учетный коэффициент передачи
	max	min	max	min	
Обработка	1	1	1	1	$K_y^{ij} = 1$
Тренировка	1	1	1	1	$K_y^{ij} = 1$
Испыгание	1	1	1	1	$K_y^{ij} = 1$
Нарезка	1	1	N	1	$K_y^{ij} > 1$
Сборка	N	2	1	1	$K_y^{ij} < 1$
Демонтаж	1	1	N	2	$K_y^{ij} > 1$
Контроль	1	1	N	2	$K_y^{ij} > 1$

Таблица позволяет провести анализ структур операций. Из нее, в частности, следует:

1) структура операций «обработка», «тренировка», «испытание», «нарезка», «разборка» являются частными случаями по отношению к операциям «сборка» и «контроль» и поэтому из дальнейшего рассмотрения могут быть исключены;

2) минимальное число входов в структуре операций «сборка» и выходов в структуре операций «контроль», «демонтаж» не могут быть меньше двух.

Таким образом, набор минимальных унифицированных структур технологических операций может быть ограничен двумя операциями: А и В (рис. 1).

Так как любая технологическая операция на выходе кроме основной годной продукции может иметь брак, отходы и пр., т.е. иметь несколько выходов, выполнение которых (направление продукции и отходов в соответствующие выходы) может производиться только при наличии в составе операции автоматического или ручного контроля, в ряде случаев имеет смысл объединить операции А и В в одну унифицированную операцию, минимальная структура которой приведена на рис. 2.

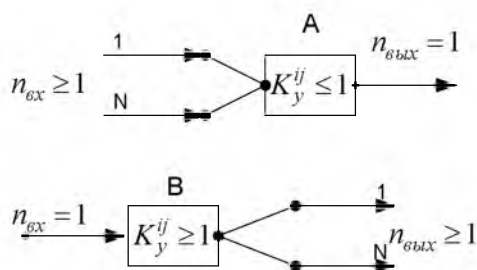


Рис. 1. Минимальная структурная модель обобщенных технологических операций:
А – сборка, В – контроль

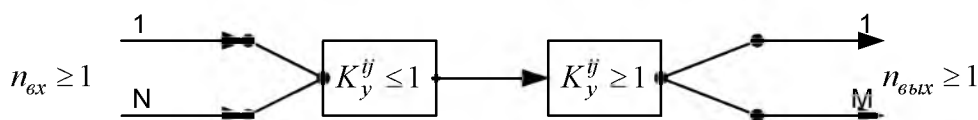


Рис. 2. Минимальная структурная модель обобщенной технологической операции
(без учета ресурсов)

Для решения задачи синтеза структур процессов производства используем приведенные выше модели.



На основе минимальной структуры унифицированной операции могут быть образованы структуры любых, более сложных или более простых по структуре технологических операций. Например, операции «обработка», «нарезка», «тренировка», «контроль» могут быть представлены унифицированной операцией, у которой задействованы один вход и один выход. Структуры более сложных операций komponуются на базе структуры унифицированной технологической операции путем последовательного соединения входов и выходов минимальных структур (рис. 3).

Иногда структуры технологических операций, сформированные на базе унифицированной структуры, могут быть излишне избыточными. В этом случае могут быть использованы специальные (для данного технологического процесса) структуры, имеющие число входов и выходов более двух.

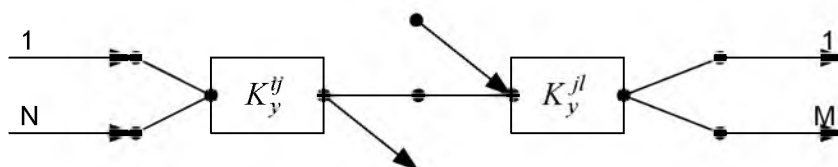


Рис. 3. Структура технологической операции, сформированной на базе унифицированной структуры

Унифицированная структурная модель операции отражает структуру процесса функционирования производства и не позволяет определить возможности управления и необходимые ресурсы. Это объясняется тем, что в модели операции не отражены управляющие воздействия. Основными из них являются:

- воздействия по управлению производительностью операции (организация труда и обеспечение оборудованием);
- управление технологическими параметрами операции.

С учетом этих воздействий математическую модель технологической операции можно представить в виде

$$y_{\text{вых}} = f(y_{\text{вх}}, u, \theta, \eta, \xi) \tag{7}$$

где $y_{\text{вых}}$ – вектор состояния выхода операции; $y_{\text{вх}}$ – вектор состояния входа операции; u – вектор состояния ресурсов операции; θ – вектор состояния технологических параметров; η, ξ – возмущающее воздействие – воздействие контролируемых и неконтролируемых факторов.

Как отмечалось выше, на этапе предпроектного анализа вектор состояния технологических параметров θ в выражении (7) может не учитываться. Аналогично можно поступить с возмущающими воздействиями. Тогда выражение (7) примет вид:

$$y_{\text{вых}} = f(y_{\text{вх}}, u) \tag{8}$$

В выражении (8) u – вектор состояния ресурсов, несет в себе информацию о типе привлекаемого оборудования и оснастки, трудоемкости и связанные с этим финансовые ресурсы.

С точки зрения системного подхода построение структурной модели ТП осуществляется путем выполнения следующих формализованных этапов:

- 1) Выполняемые системой (технологическим процессом) функции могут быть формализованы в виде множества решаемых задач $E = \{E_i\}$ (технологических операций). Каждая из задач $E_i, i = \overline{1, L}$ может содержать $q = \overline{1, Q}$ этапов (например, процесс покраски состоит из подпроцессов – очистки, грунтовки, сушки и т.д.). Для каждой задачи из множества E существуют возможные варианты их решения.



2) Связи между функциями (процессами), задачами и их этапами (операции и подпроцессы) задаются графами вида $G_E = \{E_{q_i} (E_{q_i}, E_{q_i}^*)\}$, где $E_{q_i}, E_{q_i}^* \in E$. Дуги графа характеризуют последовательность решения задачами и отражают направление движения производственных материальных потоков. Основные виды связей в соответствии со структурами универсальных операций можно представить в виде следующих типов:

- а) последовательный;
- б) сборка;
- в) разветвление.

Будем называть задачи и этапы последовательно зависимыми, если реализация каждой последующей задачи может начинаться только после окончания предыдущей и параллельно зависимыми при связях задач друг с другом типа сборки и разветвления.

3) Определяются виды и характеристики технических средств, которые могут использоваться в технологическом процессе или группе операции для каждого варианта возможного построения ТП следующими множествами: $A = \{Q_j\}$ – состав технических средств, $j = \overline{1, D}$ – тип технических средств.

Представление структурной модели технологического процесса на основе унифицированной структурной технологической операции позволяет производить анализ технологического процесса на предпроектном этапе без необходимости разрабатывать параметрическую составляющую модели [10], что значительно сокращает сроки проведения оценки реализуемости планов развития.

Таким образом, необходимая для анализа информация группируется вокруг унифицированной структуры модели операции, что значительно упрощает организацию хранения и доступа к архиву прецедентов. Представление процесса изготовления типовой детали, построенный на основе унифицированных структурных моделей, позволяет сократить объем хранящейся информации и процедуры её анализа. Кроме этого, появляется возможность строить процессные модели отдельных технологических процессов и оценивать такие характеристики как производительность, ритмичность, загрузка, межцеховая и внутрицеховая маршрутизация и другие динамические характеристики процесса производства, а также количественные характеристики оснащенности процесса для реализации заданных объемов выпуска продукции.

На основе полученных структурных моделей унифицированных операций можно строить потоковые модели технологических процессов и производить анализ и вычисление параметров функционирования производственного процесса с учетом характеристик материальных потоков.

Заключение

Рассмотрена задача поиска вариантов технологических процессов в базе разработок прошлых периодов. Обоснована целесообразность применения прецедентного подхода для решения этой задачи. Описан алгоритм формирования базы прецедентов

Рассмотрена задача определения меры близости и меры подобия прецедентов. Показано, что предварительная кластеризация базы прецедентов позволяет сократить время поиска и ускорить операции выборки данных.

Рассмотрена задача моделирования структуры и параметров технологических процессов. Построен набор унифицированных операций, используя которые можно описать структуру произвольного технологического процесса. Дано описание параметров операций унифицированного набора. Показано использование моделей унифицированного набора операций для синтеза структур технологических процессов. Сформирована математическая модель технологической операции на производственном предприятии.

Результаты работы могут применяться при проектировании технологических процессов, а также при разработке систем управления технологической подготовкой производства для автоматизации синтеза технологических процессов.



Список литературы

1. Варшавский П.Р. Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2005. – № 1. – С. 97-109.
2. Лещенко А.Б. Построение подсистемы контроля качества продукции приборостроительного производства / А.Б. Лещенко, Ю.А. Лещенко, Д.А. Селютин // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи, 2010, № 1 (42). – С. 131 – 140.
3. Мальхина М.П. Оценка эффективности гибридации интеллектуальных методов на примере нейросетевой экспертной системы на основе прецедентов / М.П. Мальхина, Ю.В. Бегман // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012, №75(01). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/24.pdf>
4. Хамадеев Ш.А. База прецедентов для управления качеством технологического процесса на основе диаграммы Исикавы и алгоритма CLOPE / Ш.А. Хамадеев // Образование и наука закамья Татарстана. Журнал №22 (10.12.11) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://naucstat.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=832:the-base-cases-for-the-quality-control-process-based-on-ishikawa-diagrams-and-algorithm-clope&catid=276:2011-10-17-15-12-50&Itemid=100233
5. Левчук В.Д. Имитационное моделирование технологического процесса производства с иерархической структурой / В.Д. Левчук // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2006., Т. 8, № 3. – С. 89 – 103.
6. Максимей И.В. Инструментарий имитационного моделирования дискретных вероятностных технологических процессов производства / И.В. Максимей, В.Д. Левчук, С.Ф. Маслович, Е.О. Попова, А.М. Поташенко, В.С. Смородин, В.В. Старченко, Г.А. Терещенко // Проблемы программирования. 2003. № 4. – С. 92 – 99.
7. Ткаченко В.Н. Математическое моделирование, идентификация и управление технологическими процессами тепловой обработки материалов / В.Н. Ткаченко. – Киев: Наукова думка, 2008. – 243 с.
8. Хаймович И.Н. Применение методологии SADT при моделировании бизнес-процессов технологической подготовки производства машиностроительного предприятия / И.Н. Хаймович // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 10, №3, 2008. – С. 933 – 939.
9. Нарыжный Е.В. Экспертная система для лазерной обработки материалов / Е.В. Нарыжный, Ю.В. Низкоус // Искусственный Интеллект (научно -теоретический журнал). Донецк, 2000, № 2. – с. 411 – 417.
10. Маторин С.И. Имитационное моделирование транспортных потоков с применением УФО-подхода / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев, Н.О. Зайцева, И.Н. Брусенская // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 22 (165). – Вып. 28/1. – С. 148-152.

AUTOMATED MODELS SYNTHESIS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES THROUGH CASE-BASED APPROACH

D.E. LYSENKO

National Aerospace University "KhAI"

*e-mail:
lysenko.d@gmail.com*

Article is devoted to the problem of finding options for technological processes in the precedents database that describes a previous periods development. The expediency of application of case-based approach. is substantiated. An algorithm for forming the precedents base is described. Shown that preliminary clustering precedents base reduces search time. The problem of modeling the structure of processes for compact representation of the data in the database precedents is described. Construct a set of standardized operations, using which enable to describe the structure of an arbitrary process.

Keywords: technological process, precedential approach