



Филиппенко И. В.,  
Евсеев В. В.,  
Милютина С. С.

## МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ

*В статье предложена обобщенная модель автоматизированного проектирования технологического процесса сборки, в рамках которой сформулирована целевая функция сборки. Модель позволяет создать основу для разработки частных моделей, которые будут соответствовать целевой функции и позволят упростить и ускорить процесс проектирования технологического процесса сборки. Предлагается фреймовая модель, позволяющая формализовать процесс сборки отдельных узлов.*

**Ключевые слова:** сборка, технологический процесс, фреймовая модель, промышленный робот, целевая функция.

### 1. Введение

Современные рыночные отношения требуют от производителя повышения конкурентоспособности, технического уровня, качества и себестоимости продукции. Одним из способов решения этих задач является автоматизация проектирования технологических процессов сборки. Проектирование технологических процессов в производстве радиоэлектронной аппаратуры продолжает оставаться областью, в которой роль человеческого фактора велика даже при проектировании изделий несложной конструкции. Это связано с особенностями технологического проектирования, которое не достаточно формализовано и с требованиями современного производства к автоматизированным системам.

Наличие технологических правил указывает на необходимость создания математических моделей технологического процесса сборки, которые, в общем, определяют последовательность установки сборочных единиц. Следует рассмотреть модель на основе фреймов для выявления типовых подпоследовательностей с целью экономии времени, для выполнения нескольких операций параллельно, а также затрат на переориентацию манипулятора и смену инструмента. Такой подход позволяет избежать возникновения ошибок на всех этапах проектирования и изготовления изделия, повысить производительность и качество проектных решений. Этим обосновывается актуальность проведенного исследования.

### 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В ходе анализа основных закономерностей моделирования технологических процессов сборки [1–12] выявлено, что при проектировании технологического процесса сборки необходимо учитывать определенные правила, описанные в [4].

**Свойство 1.** Все детали ограничены в перемещениях по направлениям. Данное свойство обеспечивается в конструкции реализацией следующих положений [4].

1. Для каждой детали изделия по любому направлению существует другая деталь, которая ограничивает ее перемещение по данному направлению.

2. Каждая деталь изделия по любому направлению входит в группу деталей, которая образует замкнутую цепь взаимных ограничений перемещений.

Реализация данного положения обеспечивает определенность базирования каждой детали изделия [5].

**Свойство 2.** Каждая деталь изделия ориентирована относительно других деталей этого изделия. Данное свойство обеспечивается в конструкции реализацией следующего положения. Для каждой детали изделия существует другая или другие детали, которые определяют ее положение.

**Свойство 3.** Все детали изделия связаны между собой.

**Свойство 4.** Конструкция любого изделия собираема. Основные требования к порядку процесса сборки, исходя из условий базирования и доступа, можно выразить следующими двумя положениями.

1. Если одна деталь является базовой для другой, то базовую устанавливают ранее той, для которой она является базовой. Здесь под базовой деталью  $\omega_1$  для детали  $\omega_2$  понимают деталь, содержащую вспомогательную базу для детали  $\omega_2$ .

2. Если одна деталь ограничена по доступу другой, то ограниченную устанавливают ранее той, которая ее ограничивает.

Последовательность выполнения соединений зависит от последовательности установки деталей, но, учитывая требование к технологической законченности соединения как к структурной базовой единице, необходимо выполнение следующего условия: если не окончено выполнение одного соединения, не переходить к следующему.

Если имеется хотя бы одна деталь соединения, которая должна быть установлена раньше детали другого соединения, то все детали первого соединения устанавливают раньше деталей второго соединения, не вошедших в первое.

Таким образом, процесс формирования порядка процесса сборки изделия можно представить в следующем виде [4]:

- разбиение изделия на технологические сборочные единицы;
- определение последовательности выполнения сборочных единиц;

— определение последовательности выполнения соединений.

### 3. Объект, цель и задачи исследования

*Объект исследования* — модель автоматизированного проектирования технологического процесса сборки.

*Цель исследования* — провести анализ основных закономерностей сборки для выявления наличия технологических правил.

Для достижения поставленной цели:

1. Необходимо разработать логическую модель технологического процесса сборки, которая, в общем, определяет последовательность установки сборочных единиц.

2. Кроме того, для уточнения этой последовательности необходимо описать смысловые связи между сборочными единицами, для чего целесообразно построить модель на основе семантических сетей.

3. Также следует рассмотреть модель на основе фреймов для выявления типовых подпоследовательностей с целью экономии времени, для выполнения нескольких операций параллельно, а также затрат на переориентацию манипулятора и смену инструмента.

### 4. Разработка обобщенной модели технологического процесса сборки

Характерные особенности технологии с самого начала привлекают внимание специалистов из смежных областей, больше ориентированных на работу со слабоформализуемой информацией — технологий представления знаний и методов искусственного интеллекта.

При построении моделей технологических процессов (ТП) следует учитывать огромный опыт, накопленный специалистами-технологами [1–4], несмотря, зачастую, на его неструктурированность. В то же время необходимо исходить из наличия вполне определенных закономерностей проектирования технологии.

Технологический процесс сборки — есть совокупность операций по соединению деталей в определенной технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, полностью отвечающих установленным для них требованиям [4]. Другими словами, это последовательность соединений деталей и связанный с ней производственный процесс, обеспечивающий получение соединений деталей, механизмов или машин, отвечающих установленным для них требованиям.

Из определения следует, что в технологическом процессе сборки имеют место функциональные связи двух видов:

- между соединениями и элементами производственной системы;
- характеризующие порядок выполнения соединений.

Под последовательностью соединения деталей следует понимать последовательность действий, связанных с образованием изделия в процессе сборки. К этим действиям относятся как действия по установке очередных деталей, так и действия, связанные с обеспечением технических требований, требуемых параметров и технологией выполнения самих соединений (склеивание, пайка и т. д.) и отдельных сборочных единиц.

Роботы, как перепрограммируемые автоматические устройства, наиболее часто применимы при осуществле-

нии операций обслуживания технологического оборудования, окраски и контроля. Одним из наиболее перспективных направлений является применение роботов на сборочных операциях. Создание моделей сборочных операций позволяет упростить проектирование технологических процессов сборки, особенно, если представление модели и проектирование системы принятия решений будут производиться на общей математической и логической основе.

Разработка систем поддержки и принятия решений роботов включает значительный объем логического программирования. Если рассматривать систему принятия решений как структуру, в состав которой входит решатель интеллектуальных задач, целесообразным является включение в состав системы поддержки и принятия решений подсистемы проектирования (планирования) сборочных операций, также основанной на логической модели.

Исходя из сказанного, можно определить общие требования к проектированию технологических процессов сборки.

Цель технологического процесса сборки заключается в обеспечении необходимой конфигурации сборочной детали в соответствии с технологией конкретного производства.

Результатом процесса сборки является выстроенная в определенной последовательности совокупность сборочных единиц. Как правило, цель достигается одним или несколькими вариантами.

Целевое состояние процесса сборки  $G$  можно характеризовать матрицей инцидентностей:

$$D = \begin{bmatrix} d_{00} & d_{01} & \dots & d_{0n} \\ d_{10} & d_{11} & \dots & d_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{m0} & d_{m1} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $d_{ij}$  — наличие общей поверхности сборочных единиц  $i$  и  $j$ .

Данная матрица описывает взаимное расположение сборочных единиц.

С другой стороны, при описании сборочных деталей необходимо учитывать матрицу размерностей, характеризующую взаимные размерные связи сборочных единиц:

$$R = \begin{bmatrix} r_{00} & r_{01} & \dots & r_{0n} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m0} & r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где  $r_{ij}$  — наличие размерной связи сборочных единиц  $i$  и  $j$ .

При проектировании процессов сборки, для достижения цели  $G$  используется матрица инцидентностей, матрица размерностей и логические закономерности проектирования технологических процессов сборки, которые учитываются при принятии решения на проектирование. Данные закономерности, в свою очередь, разумно представить матрицей:

$$L = \begin{bmatrix} l_{00} & l_{01} & \dots & l_{0n} \\ l_{10} & l_{11} & \dots & l_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{m0} & l_{m1} & \dots & l_{mn} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где каждое  $l_{ij}$  — логическая закономерность, характеризующая сочетание сборочных единиц в детали.

Матрицы инцидентностей и размерных связей могут быть достигнуты разработкой плана процесса сборки — упорядочением последовательности установки сборочных единиц, т. е.:

$$G = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}, \tag{4}$$

где  $u_i$  — сборочная единица.

С другой стороны, эти же матрицы инцидентностей и размерных связей можно получить при анализе конструкторской документации как сформулированную в особой форме цель проектирования технологического процесса сборки, иначе говоря, матрицы  $D$  и  $R$  рассматриваются как в начале процесса проектирования, так и в его конце.

Задача проектирования состоит в том, чтобы на каждом  $i$ -том шаге процесса сборки найти необходимую  $u_i$ , соответствующую условиям матрицы  $R$ ,  $D$  и  $L$ .

$$\tilde{u}_i = G_i(\tilde{U}), \tag{5}$$

где  $\tilde{u}_i$  — элемент множества упорядоченных сборочных единиц;  $G$  — целевая функция;  $\tilde{U}$  — множество неупорядоченных сборочных единиц,  $\tilde{U} = \{\tilde{u}_0, \tilde{u}_1, \dots, \tilde{u}_n\}$ .

В результате, технологический процесс сборки можно записать в виде декартова произведения:

$$G(\tilde{U}) = D \times R \times L \times \tilde{U} = D \times R \times \tilde{U}, \tag{6}$$

где  $D$  — матрица инцидентностей;  $R$  — матрица размерностей;  $L$  — множество логических закономерностей проектирования технологических процессов сборки;  $\tilde{U}$  — неупорядоченный набор сборочных единиц;  $\tilde{U}$  — упорядоченный набор сборочных единиц (спроектированный технологический процесс).

Таким образом, на основе представленной обобщенной модели предлагается разрабатывать модели технологических процессов, обеспечивающие детальное описание различных подходов к проектированию технологических процессов и учитывающие описанные выше особенности процесса проектирования.

Процесс формирования порядка процесса сборки изделия можно представить в следующем виде [4]:

- разбиение изделия на технологические сборочные единицы;
- определение последовательности выполнения сборочных единиц;
- определение последовательности выполнения соединений.

Результат решения задачи определения последовательности процесса сборки может быть представлен в виде схемы процесса сборки, сведенной в таблицу, которая содержит информацию о порядке на каждом из выделенных уровней [6–8].

### 5. Представление технологических процессов сборки при помощи фреймовой модели

Так как при процессе сборки часто имеют место типовые ситуации процесса сборки отдельных узлов, логическая модель, приведенная в [6–8] не является

достаточной. В таком случае, имеет смысл рассмотреть фреймовую модель технологического процесса сборки.

Для каждого сборочного изделия может существовать множество возможных схем процесса сборки СД. В частности, СД представляет собой:

$$СД = \langle C(D)_1, C(D)_2, \dots, C(D)_N \rangle, \tag{7}$$

где СД — множество схем процесса сборки,  $C(D)_i$  — возможная схема процесса сборки,  $N$  — количество возможных схем процесса сборки.

В свою очередь  $C(D)$  может быть записано в следующем виде:

$$C(D) = \langle d_a, d_b, \dots, d_m \rangle, \tag{8}$$

где  $D$  — множество необходимых сборочных операций;  $d_i \in D$  — отдельная сборочная операция;  $m$  — количество необходимых сборочных операций.

Каждая отдельная сборочная операция осуществляется определенным инструментом, она также описывается начальным и конечным состояниями собираемых деталей. Это можно записать следующим образом:

$$d_i = \langle I, ndet1, ndet2, kdet1, kdet2 \rangle, \tag{9}$$

где  $I$  — инструмент;  $ndet1$  — начальное положение детали 1;  $ndet2$  — начальное положение детали 2;  $kdet1$  — конечное положение детали 1;  $kdet2$  — конечное положение детали 2.

В схеме  $C(D)_I$  может оказаться типовая подпоследовательность процесса сборки  $\langle d_i, d_j, d_k \rangle$ , которая будет представлять типовую сборочную технологическую операцию (ТО), а значит, представляет собой фрейм технологической операции. Пример выделения типовых технологических операций (фреймов) в структуре технологического процесса приведен на рис. 1.

Фрейм «соединение» содержит перечисление всех возможных видов соединения: болтовое соединение, винтовое соединение, сварочное соединение, паянное соединение, заклепочное соединение. Каждое из этих соединений в свою очередь представляет собой фрейм данного соединения, который содержит информацию об инструменте, времени выполнения соединения, а также начальное и конечное положения соединяемых деталей.



Рис. 1. Выделение типовых технологических операций (фреймов) в структуре технологического процесса

Отметим, что для установки каждого типа элементов на печатную плату необходимо выполнить целую совокупность действий — подпоследовательностей технологического процесса. Фрейм «Установка диодов» содержит операции, которые необходимы для установки

диодов: операції взяття діода з магазину, поднесення діода до необхідному місцу на друкованій платі, орієнтування його відносно контрольних точок, і непрямою самою установкою. Аналогічно виділяються фрейми для кожного типу навісних елементів: мікросхем, транзисторів, конденсаторів, резисторів, котушок індуктивності.

При аналізі технологічних процесів збирання необхідно знаходити типові підпоследовательності і упорядочити виконання процесу збирання за критеріями економії часу, матеріалів, обладнання. Для виконання цих критеріїв цілеспрямовано виділяють підпоследовательності, які можуть бути виконані паралельно, мінімізувати необхідності переорієнтації робота і деталей, а також зміни інструмента в час процесу збирання.

Розгляд фреймової моделі дозволяє зробити наступне висновок: при проектуванні ТП збирання фреймова модель підходить для опису типових підпоследовательностей технологічних процесів, окремих технологічних операцій і переходів. Навіть в абсолютно новому виробі можливо наявність типових збиранних вузлів, для яких в структурі системи планування технологічних процесів буде існувати відповідний фрейм, описуваний елемент технології процесу збирання — своєрідне мікро-«know-how» для окремого вузла, переходу або операції.

## 6. Висновки

В статті приводиться аналіз основних закономірностей моделювання технологічних процесів збирання. Приведені математичні залежності, описувальні основні властивості конструкції, а також взаємозалежності елементів конструкції. Виявлені основні вимоги, пред'явлювані до порядку процесу збирання, виходячи з умов базисування і доступу. Розглянуто процес формування порядку процесу збирання виробу.

Приведена узагальнена модель технологічного процесу збирання. В ній сформульована цільова функція збирання, враховуюча матрицю інцидентностей, матрицю розмірностей, а також матрицю логічних закономірностей, що характеризує поєднання збиранних одиниць в деталі. Данна модель дозволяє створити основу для розробки окремих моделей, які вже будуть відповідати цільовій функції і дозволить спростити і прискорити проектування технологічного процесу збирання.

Крім узагальненої моделі, в статті пропонується фреймова модель представлення технологічного процесу збирання, яка дозволяє формалізувати збирання окремих вузлів, а значить, вибрати найкращу послідовність збирання з множини можливих послідовностей.

Дані моделі можуть бути основою для автоматизації проектування збирання з використанням інтелектуальних технологій, зокрема голосового управління.

## Література

1. Невлюдов, І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підруч. / І. Ш. Невлюдов. — Харків: Компанія СМІТ, 2005. — 592 с.

2. Аверченков, В. І. Автоматизація проектування технологічних процесів [Текст]: учеб. посібник / В. І. Аверченков, Ю. М. Казаков. — Брянск: БГТУ, 2004. — 228 с.
3. Капустин, Н. М. Автоматизація машинобудування [Текст] / Н. М. Капустин. — М.: ВШ, 2003. — 223 с.
4. Челищев, Б. Е. Автоматизація проектування технологій в машинобудуванні [Текст] / Б. Е. Челищев, І. В. Боброва, А. Гонсалес-Сабатер. — М.: Машинобудування, 1987. — 264 с.
5. Люгер, Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] / Дж. Ф. Люгер. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. — 894 с.
6. Невлюдов, І. Ш. Логістична модель проектування технологічного процесу збирання [Текст] / І. Ш. Невлюдов, А. М. Цымбал, С. С. Милотина // Вісті академії інженерних наук України. — 2007. — № 3(33). — С. 95–98.
7. Невлюдов, І. Ш. Assembly Technological Process Design Logical Model [Текст]: тезиси докл. / І. Ш. Невлюдов, А. М. Цымбал, С. С. Милотина // TCSET'2008: 9-я міжнародна молодіжна науково-технічна конф., 19–23 февр. 2008 г. — Львів, 2008. — С. 80–82.
8. Невлюдов, І. Ш. Інтелектуальне проектування технологій роботизованої збирання [Текст] / І. Ш. Невлюдов, А. М. Цымбал, С. С. Милотина. — Харків, 2010. — 207 с.
9. Невлюдов, І. Ш. Основи САПР: технічна підготовка виробництва [Текст] / І. Ш. Невлюдов, А. О. Андрусевич, В. В. Євсєєв, С. С. Милотина. — Київ: НАУ, 2014. — 360 с.
10. Wilson, R. H. A framework for geometric reasoning about tools in assembly [Text] / R. H. Wilson // Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation. — Vol. 2. — P. 1837–1844. doi:10.1109/robot.1996.506979
11. Wilson, R. H. Geometric reasoning about assembly tools [Text]: Technical Report SAND95-2423 / R. H. Wilson. — Office of Scientific and Technical Information (OSTI), 1997. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.2172/434422>
12. Romney, B. An Efficient System For Geometric Assembly Sequence Generation and Evaluation [Text] / B. Romney, C. Godard, M. Goldwasser, G. Ramcumar // Proc. ASME. Intl Computers in Engineering Conf. — 1995. — P. 699–712. doi:10.1.1.131.8385

## МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ

У статті запропоновано узагальнену модель автоматизованого проектування технологічного процесу складання, в рамках якої сформульовано цільову функцію складання. Модель дозволяє створити основу для розробки окремих моделей, які будуть відповідати цільовій функції і дозволить прискорити процес проектування технологічного процесу складання. Пропонується фреймова модель, що дозволяє формалізувати процес складання окремих вузлів.

**Ключові слова:** складання, технологічний процес, фреймова модель, промисловий робот, цільова функція.

*Філіппенко Інна Вікторівна, кандидат технічних наук, кафедра автоматизації та проектування висхідної техніки, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: [filippenko@kture.kharkov.ua](mailto:filippenko@kture.kharkov.ua).*

*Євсєєв Владислав Вячеславович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій та автоматизації проектування РЭС та ЭВС, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: [tapr@kture.kharkov.ua](mailto:tapr@kture.kharkov.ua).*

*Милотина Светлана Святославівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій та автоматизації проектування РЭС та ЭВС, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: [tapr@kture.kharkov.ua](mailto:tapr@kture.kharkov.ua).*

*Філіппенко Інна Вікторівна, кандидат технічних наук, кафедра автоматизації та проектування обчислювальної техніки, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.*

*Євсєєв Владислав Вячеславович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій та автоматизації проектування РЕЗ та ЕОЗ, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.*

*Милотина Светлана Святославівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій та автоматизації проектування*

РЕЗ та ЕОЗ, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Filippenko Inna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: filippenko@kture.kharkov.ua.

Evshev Vladislav, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: tapr@kture.kharkov.ua.

Milyutina Svitlana, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: tapr@kture.kharkov.ua

УДК 004.9:519.711

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.37175

Парфененко Ю. В.,  
Неня В. Г.,  
Бондаренко А. О.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ РЕЖИМАМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Проведено аналіз методів та засобів, що застосовуються для підтримки прийняття рішень у теплоенергетиці. Розроблена системна модель, на основі якої запропонована інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при управлінні режимами теплозабезпечення будівель соціально-бюджетної сфери. Використання запропонованої технології при регулюванні теплозабезпечення будівель соціально-бюджетної сфери дозволить проводити регулювання рівня теплоспоживання з урахуванням кліматичного та соціального факторів.

**Ключові слова:** системний аналіз, СППР, теплозабезпечення, енергозбереження, прогнозування, нечітка логіка, функціонування, інформаційна технологія.

### 1. Вступ

На сьогоднішній день існує гостра необхідність у зменшенні витрат первинних енергетичних ресурсів для задоволення потреб побутового сектору та закладів соціально-бюджетної сфери у централізованому теплозабезпеченні. Одним із заходів реалізації напрямів політики підвищення рівня енергетичної безпеки України, надійності та ефективності теплопостачання, сталого розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу країни є застосування систем обліку та засобів регулювання споживання енергетичних ресурсів в усіх галузях економіки та в комунально-побутовій сфері.

Значний потенціал енергозбереження міститься в заходах, що потребують вирішення таких задач, як контроль якості і обліку обсягів споживання теплової енергії для забезпечення теплового комфорту в опалювальному будинку; збір та постійний аналіз даних про витрати теплової енергії теплоносія, а також температури у подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі. Тому розроблення та впровадження систем автоматизованого контролю та управління теплозабезпеченням об'єктів бюджетної сфери на даний час є актуальною задачею.

Актуальність питання удосконалення процесів прийняття рішень при управлінні режимами теплозабезпечення будівель зумовлена важливістю для народного господарства, складністю структури систем теплозабезпечення та умов їх функціонування, що визначається множиною змінних у часі факторів систематичного та випадкового характеру.

Режим, необхідний для кінцевого споживача, можна забезпечити на стадії генерації теплової енергії лише у випадку індивідуального опалення. Переважна біль-

шість закладів соціально-бюджетної сфери міста є споживачами теплової енергії, що виробляється централізовано. Заклади соціально-бюджетної сфери функціонують за встановленим графіком роботи, тому підтримання оптимального режиму теплозабезпечення протягом усього опалювального сезону не є доцільним та викликає понаднормові витрати теплової енергії. Також іншим фактором впливу на витрати теплової енергії є кліматичний. Прийняття рішень щодо регулювання режиму теплозабезпечення повинно здійснюватися з урахуванням актуального графіку роботи закладу та зміни температури повітря навколишнього середовища. На сьогоднішній день зростає рівень оснащення закладів соціально-бюджетної сфери засобами обліку споживання теплової енергії та індивідуальними тепловими пунктами. Це надає технічну можливість регулювання рівня споживання теплової енергії на стороні споживача, проте прийняття рішень щодо регулювання потребує врахування невизначеності факторів впливу та необхідності доступу до даних в online-режимі, що потребує застосування відповідного інформаційного забезпечення. Таким чином виникає необхідність у розробленні інформаційної технології для підтримки прийняття рішень щодо управління теплозабезпеченням будівель.

### 2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

Автоматизація процесів прийняття рішень при регулюванні теплозабезпечення будівель бере початок з 60-х років ХХ століття, коли електронно-обчислювальні машини застосовувалися для програмної чисельних методів параметрів теплових мереж на мові Асемблер.