

УДК 004:677.025

## К ВЫБОРУ МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВОВЯЗАННОГО ТРИКОТАЖА

<sup>1</sup>Казначеева А.А., <sup>2</sup>Кочеткова О.В., <sup>1</sup>Ломкова Е.Н., <sup>1</sup>Морозова Е.В.

<sup>1</sup>Камышинский технологический институт (филиал), ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: end@kti.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград

В статье выполнен анализ существующих методов структурно-параметрического проектирования. Установлено, что общим алгоритмом их реализации является алгоритм поиска оптимального решения в пространстве возможных состояний. Все возможные состояния генерируются с помощью стратегии поиска, который направлен на означивание параметров и оптимальный выбор оператора перехода между его проектными моделями. Стратегия поиска является полной и гарантирует, что решение будет найдено, если оно существует. Для выбора алгоритма решения конкретной задачи применительно к созданию основовязанного трикотажа необходимо определить основные характеристики анализируемых методов проектирования, на основе которых может быть произведен выбор. Эти характеристики определяют компетентность метода: согласованность и оптимальность состояний. При выборе метода не важно его внутреннее наполнение, а важен результат, которого необходимо достичь.

**Ключевые слова:** метод, алгоритм, структурно-параметрическое, контекст, компонент, основовязанный трикотаж, оптимальный, поиск, решение, пространство, состояние

## BY THE CHOICE OF METHODS OF SOLVING TASK STRUCTURAL-PARAMETRIC DESIGN OF WARP KNITTING KNITWEAR

<sup>1</sup>Kaznacheeva A.A., <sup>2</sup>Kochetkova O.V., <sup>1</sup>Lomkova E.N., <sup>1</sup>Morozova E.V.

<sup>1</sup>Kamyshin Technological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: end@kti.ru;

<sup>2</sup>Volgograd State Agrarian University, Volgograd

This article gives an analysis of existing methods of structural-parametric design. It was found that the General algorithm of their implementation is the search algorithm of the optimal solution in the space of possible states. All possible states are generated by the search strategy, which is aimed at the valuation parameters and the optimal choice of the transition operator between its design models. Search strategy is full and ensures that the solution will be found, if it exists. For selection of algorithm for solving the a specific problem with regard to the creation of the warp knitted fabric must be analyzed and to determine the main characteristics of the design methods, by which selection can be made. Эти характеристики определяют компетентность методов: последовательность и условия оптимальности. When choosing a method it does not matter its internal content, and the result is important, which you want to achieve.

**Keywords:** method, algorithm, structural-parametric, context, component, warp knitting knitwear, optimum, search, solution, space, condition

С учетом быстрого изменения моды и необходимости частого обновления ассортимента проектирование трикотажа основовязанных переплетений требует огромных затрат труда и времени высококвалифицированного персонала и остро нуждается в автоматизации. Существующая методология автоматизации проектирования основовязанного трикотажа в основном основана на зарубежных разработках программных продуктов, созданных немецкими и японскими фирмами исключительно для определенного вида вязального оборудования [1, 2, 4, 5]. Они учитывают его конструктивные и рисунчатые возможности и в большинстве своем встроены в технологическое оборудование и не пригодны для проектирования и воспроизводства трикотажа на других вязальных машинах. Процесс

проектирования от пользователя системы скрыт, не позволяет варьировать различные варианты реализации рисунка на вязальной машине за счет изменения программы работы узоробразующих органов, их установки и изменения параметров вязания. В этих условиях методологической основой автоматизированного проектирования основовязанного трикотажа должны служить универсальные алгоритмы, пригодные для проектирования всего многообразия переплетений для различных видов сырья и вязального оборудования.

Анализ существующих методов структурно-параметрического проектирования показывает, что общим алгоритмом их реализации является алгоритм поиска оптимального решения в пространстве возможных состояний. Все возможные состояния

генерируются с помощью стратегии поиска, который направлен на означивание параметров и оптимальный выбор оператора перехода между его проектными моделями. Стратегия поиска является полной и гарантирует, что решение будет найдено, если оно существует [3].

**Цель исследования:** выполнить анализ и установить основные характеристики существующих методов структурно-параметрического проектирования основывающегося трикотажа.

**Объект исследования** – методы структурно-параметрического проектирования основывающегося трикотажа.

### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим более детально существующие методы решения задач структурно-параметрического проектирования [1, 2, 3, 4, 5].

Метод решения «Предложить и возвратиться». Данный метод использует принцип поиска в глубину, в котором каждый шаг процесса проектирования заключается в последовательном выборе неопределенных параметров из допустимых диапазонов для исследуемых величин. Если результат определения приводит к несогласованному состоянию, то дальнейшее определение параметров происходит путем выбора новых значений. При переопределении нужно знать, по какому принципу берутся новые значения – движением в сторону убывания значений в диапазоне или в сторону их возрастания. Если после переопределения параметров мы все-таки не находим приемлемых значений, то происходит хронологический возврат в согласованное состояние. Когда решается вопрос, какие значения присваивать параметрам, то данный метод предполагает наличие знаний локального предпочтения. Локальное предпочтение – это предпочтение при выборе определенных значений параметров внутри заданного диапазона.

В методе «Предложить и возвратиться» ограничения слабо связаны между собой, поэтому локальное предпочтение в нем используется только для управления процессом поиска. Это объясняется тем, что ограничения накладываются на диапазон значений параметров лишь для того, чтобы обеспечить последовательность расположения в нем дискретных величин. Данные величины должны быть упорядочены по возрастанию или убыванию. Проверка несогласованности идет

не по нарушенным ограничениям, а по проверке удовлетворения какого-либо условия или требования, предъявляемого к параметру. Хотя параметры, как правило, зависят друг от друга функционально, требования, предъявляемые к ним, разные и, следовательно, слабо зависящие друг от друга, как ограничения. Данный механизм удобен лишь для решения простых задач, осуществляющих выбор значения параметра из заданного диапазона.

Класс методов решения под общим названием «Предложить и пересмотреть». Отличительной чертой данного класса является различие между расширением проектирования и пересмотром. Предполагается, что все методы проектирования рассматриваемого класса содержат фазу расширения модели. Главной особенностью класса методов «Предложить и пересмотреть» является реализация задачи пересмотра, которая изменяет существующие определения с помощью соответствующих корректирующих функций. Корректирующие функции изменяют модель проектирования в соответствии с ограничениями, наложенными на эту модель. Также с помощью корректирующих функций методы позволяют находить альтернативные пути решения проблемы. Основная идея методов «Предложить и пересмотреть» заключается в том, чтобы избежать возврата в более раннее состояние [5]. Класс методов «Предложить и пересмотреть» включает четыре метода:

- 1) «Расширить модель, затем пересмотреть»;
- 2) «Закончить модель, затем пересмотреть»;
- 3) «Восхождение»;
- 4) «A\*-алгоритм».

Остановимся на перечисленных методах более подробно.

Метод «Расширить модель, затем пересмотреть». Сначала определяются требования, предъявляемые к данной модели проектирования. Затем идет повторное расширение модели, целью которого является вычисление значений неопределенных параметров. После каждого шага определения параметров осуществляется проверка на согласованность полученной модели. Если некоторые ограничения нарушены, то текущая модель пересматривается с помощью соответствующих корректирующих функций. Для данного метода главным является согласованность модели, а нарушенные ограничения корректируются перед каждым новым шагом определения параметра.

Возможна ситуация, когда не одно, а несколько нарушенных ограничений нуждаются в корректировке. В этом случае применяется следующая стратегия: выбирается одно из нарушенных ограничений и к нему применяется соответствующая корректирующая функция, которая меняет значения ключевых параметров проектирования. И этот процесс продолжается до тех пор, пока все нарушенные ограничения не будут исправлены. Корректирующий оператор отвергается, если он не исправляет нарушенное ограничение или приводит к новым нарушениям ограничений. Такая стратегия называется «первичной» согласованностью. «Расширить модель, затем пересмотреть» – метод, проверяющий несогласованность после каждого шага расширения модели. Режим пересматривает модель, как только находит несогласованность.

Метод «Закончить модель, затем пересмотреть». Данный метод использует стратегию пересмотра такую же, что и предыдущий. Различие между ними в том, что метод «Закончить модель, затем пересмотреть» начинает процесс проектирования только после определения значений всех параметров, а не пошагово расширяет текущую модель.

Метод решения «Восхождение». Процесс проектирования применительно к этому методу также начинается с определения значений всех параметров. Изменяется стратегия пересмотра, для этого осуществляется выбор таких операторов, которые не только исправляют нарушенные ограничения, но и приводят к результату. Появляется необходимость использования локальной стоимостной функции, с помощью которой оцениваются все нижеследующие состояния. Из них выбирается наилучшее (приводящее к результату). Локальная стоимостная функция позволяет выбрать состояние с наименьшим числом нарушенных ограничений.

Метод решения «A\*-алгоритм». Это одна из версий метода «Закончить модель, затем пересмотреть», которая использует «A\*-алгоритм». «A\*-алгоритм» – это стратегия поиска. Она используется в течение фазы пересмотра. Этот алгоритм заменяет выбор наилучшего состояния, используемый в методе «Восхождение», попыткой достичь глобальной оптимальности. «A\*-алгоритм» применяет глобальную стоимостную функцию для оценки промежутка между текущим состоянием и результатом, то есть делается попытка найти кратчайший путь от текущего состояния до конечного (целевого). Начальным состоянием проектирования является

полная модель, которая нарушает некоторые ограничения. С использованием данного метода на каждом шаге процесса проектирования должен содержаться номер (значение) состояния, в котором выбранный алгоритм обеспечивает наибольшую оптимальность решения. Таким образом, выбирая на каждом шаге решения наиболее оптимальное состояние, предполагается, что достигнутый конечный результат будет также наиболее оптимальным.

Метод решения «Предложить и улучшить». Главная идея метода состоит в том, что процесс достижения оптимальности разделяется на две фазы: фаза «предложить», которая относится к нахождению результата, и фаза «улучшить», которая пытается улучшить результат, т.е. сделать его наиболее оптимальным. Фаза «предложить» использует механизм метода «Предложить и возвратиться». Фаза «улучшить» использует глобальный процесс метода «Восхождение», который определяет компоненты решения, являющиеся наилучшими в настоящее время, а затем использует операторы усовершенствования, чтобы изменить их.

Практически в каждом методе решения проектной задачи можно обнаружить четыре основных подзадачи, из которых строится процесс решения реальной предметной задачи [4]:

- 1) выбор проектного состояния;
- 2) выбор оператора проектирования;
- 3) применение оператора проектирования к выбранному состоянию;
- 4) оценка полученной проектной модели.

Одной из главных проблем является анализ и реализация связи между подзадачами выбора проектного состояния и оператора проектирования для выбранного состояния. Для реализации данной связи, с учетом характеристик методов структурно-параметрического проектирования, можно сформировать несколько дополнительных универсальных подзадач, для описания которых необходимо ввести два понятия: «контекст проектирования» и «базовый компонент проектирования» (рисунок).

Понятия «контекст проектирования» и «базовый компонент проектирования» позволяют представить два промежуточных уровня принятия решения, которые выполняются после выбора оператора проектирования (блок 1) и перед выбором проектного состояния (блок 8). Подзадачи проектирования контекста (блоки 4, 5) и базового компонента (блоки 6, 7) обеспечивают режимы управления над различными стадиями процесса проектирования.

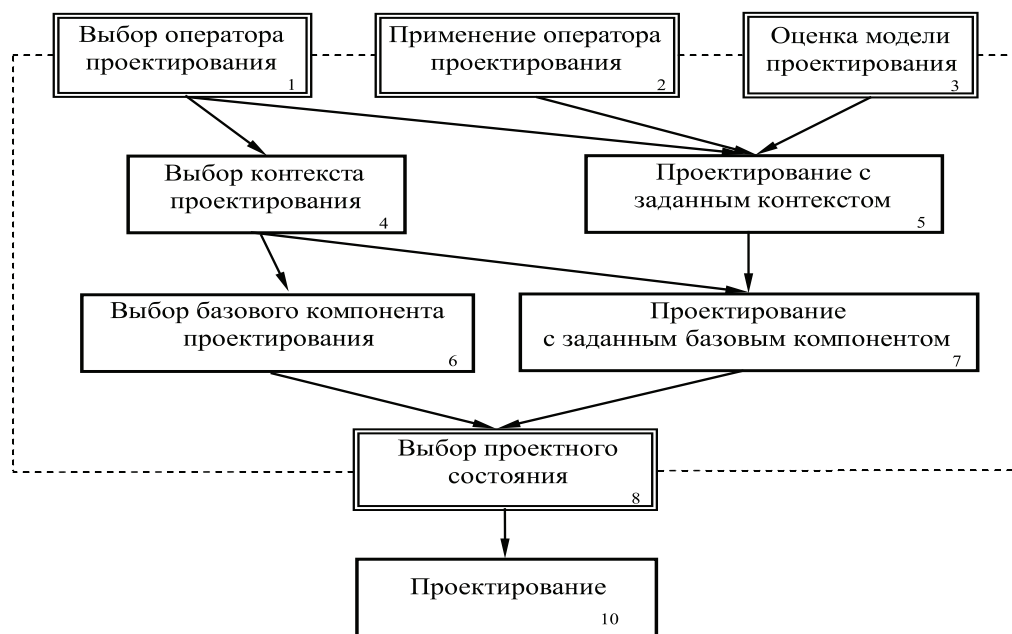


Схема решения задачи структурно-параметрического проектирования

Структура шести вышеперечисленных методов состоит из трех разделов [4]: «Знания о выборе и обработке проектных состояний», «Требования к используемым знаниям», «Глобальные свойства». Раздел «Знания о выборе и обработке проектных состояний» включает два подраздела:

- 1) знания о политике выбора состояний;
- 2) знания о контекстах проектирования и типах базового компонента.

Политика выбора состояний в рассмотренных выше методах основана на следующих критериях: нарушенных ограничений нет, либо они минимальны; «модель проектирования максимальна»; стоимость минимальна. В методах, где проверка согласованности модели ведется после каждого следующего шага, нарушенных ограничений нет, т.е. после каждого шага определения параметров модели идет проверка ее согласованности. В методах, где проверка ведется после нахождения конечной модели, нарушенные ограничения должны быть минимальны. Нужно стремиться достичь конечной модели, и при этом несогласованность этой модели должна быть минимальна. Критерий «модель проектирования максимальна» означает, что все параметры должны быть означены, т.е. всем исходным параметрам присвоены соответствующие значения. Минимальная стоимость вводится в методах, где процесс проектирования начинается с определения значений всех исходных параметров. Так как при выборе

каждого оператора проектирования не происходит оптимизации, то необходима оценка оптимальности конечного решения. Такой оценкой является стоимость.

Рассматриваемые методы решения задач структурно-параметрического проектирования используют два основных контекста: расширить и пересмотреть. Каждому контексту соответствует один базовый компонент проектирования. Для контекста «расширить» базовыми компонентами являются структура и параметр, для контекста «пересмотреть» – ограничения, которые, в свою очередь, накладываются на конкретные параметры. Контекст является механизмом реализации проектных состояний, который не зависит от предметной области.

Известно [2], что на любом этапе процесса проектирования инженер-проектировщик приблизительно знает ряд состояний проектирования, которые приемлемы для решения поставленной задачи. Как правило, эти состояния исследуются в течение текущего процесса проектирования и включаются в часть найденного пространства проектирования. Вместе с тем имеются различные уровни решения задачи, требующие для достижения конечного результата выбора оператора проектирования.

В разделе «Требования к используемым знаниям» указываются типы операторов проектирования и конкретные знания, связанные с выбором этих операторов. Знанием для выбора оператора служат

контекст проектирования и базовый компонент проектирования. Соответственно, для контекста «расширить» выбирается оператор расширения проекта, для контекста «пересмотреть» – корректирующий оператор. При этом одному ограничению соответствует одна корректирующая функция. Далее задаются знания, однозначно определяющие процедуру решения проблемы: знания выбора базового компонента (контекст проектирования); знания выбора оператора (контекст и базовый компонент проектирования); допустимые значения параметра (накладываемые ограничения); стоимостная функция (появляется там, где необходима стоимостная оценка).

В разделе «Глобальные свойства» указываются знания о стратегии перехода в новое состояние, полноте (необходимости присвоения значений всем параметрам модели) и оптимальности модели проектирования.

### Заключение

Таким образом, для выбора метода решения задачи функционально-структурного проектирования основывающегося трикотажа необходимо определить основные характе-

ристики методов, на основе которых может быть произведен выбор. Эти характеристики определяют компетентность метода: согласованность и оптимальность состояний. При выборе метода не важно его внутреннее наполнение, а важен результат, которого необходимо достичь.

### Список литературы

1. Кочеткова О.В. Научные основы систем автоматизированного проектирования трикотажа: монография: в 2-х т. Т. 1. Проектирование трикотажных полотен. – СПб.: Изд-во СПГУТД, 2000. – 229 с.
2. Кочеткова О.В., Казначеева А.А. Разработка метода и средств представления модели знаний специалиста в учебно-исследовательских САПР: монография. – Волгоград: ВолгГТУ, 2012. – 236 с.
3. Кочеткова О.В., Казначеева А.А., Ломкова Е.Н., Эпов А.А. Онтология принятия решения в задачах автоматизированного проектирования основывающегося трикотажа // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14674>.
4. Motta E., Zdrahal Z. Parametric Design Problem Solving. In Gaines B. And Musen M. (editors) Proceedings of the 10-th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW'96), Banff, Canada, November, P. 9 – 14, 1996.
5. Zdrahal Z., Motta E. An In-Depth Analysis of Propose & Revise Problem Solving Methods. In B.R. Gaines and M. Musen (editors) Proceedings of the 9-th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop. Banff, Canada, 1995.