

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ
МОДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ САПР ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**MATHEMATICAL MODELS AND METHODS OF OPTIMIZATION
OF THE CHOICE OF OBJECTS IN THE COURSE OF DEVELOPMENT
OF MODEL DESIGNS FOR A CAD OF SEWING PRODUCTION**

*И.С. КИМ, А.П. САБАЛАХОВА, Э.М. САПАРБАЕВА, Г.А. ТАКИБАЕВА,
А.О. БАЙДИБЕКОВА, Г.Б. АДИШОВА, Ф. К. ЖАРМАХАНБЕТОВ
I.S.KIM, A.P. SABALAKHOVA, E.M. SAPARBAYEVA, G.A. TAKIBAYEVA,
A.O. BAIDIBEKOVA, G.B. ADISHOVA, F.K. ZHARMAKHANBETOV*

**(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)
E-mail:valeri-787@ mail.ru**

В статье рассматривается разработка моделей и алгоритмов для решения задач оптимизации выбора объектов на стадии технической подготовки производства, в том числе с использованием реальных исходных данных на примере изделий легкой промышленности, создание программного обеспечения, предназначенного для решения указанных задач. Обеспечение потребителей высококачественной одеждой повышенного спроса при условии ее стабильного сбыта, развитие концепции проектирования одежды по индивидуальным заказам с последующим изготовлением в условиях промышленного производства на основе высокоэффективных технологий.

In article development of models and algorithms for the decision of tasks of optimization of a choice of objects at a stage of technical training of production, including with use of real basic data on the example of light industry, to creation of the software intended for the decision of the specified tasks is considered. Providing increase in satisfaction of customers with high-quality clothes, on condition of its stable sale, development of the concept of design of clothes in personal orders with the subsequent manufacture in the conditions of industrial production on the basis of highly effective technologies.

Ключевые слова: математическое моделирование, система автоматизированного проектирования, швейное производство.

Keywords: mathematical modeling, computer-aided design systems, sewing production.

В настоящее время математическое моделирование и компьютерные технологии широко применяются для решения различных задач, возникающих в экономике, управлении, проектировании и других сферах деятельности. Большое внимание уделяется использованию моделей и методов дискретной оптимизации. Это обусловлено необходимостью решать достаточно сложные задачи с большим числом возможных вариантов и выбирать из них наилучшие с учетом различных ограничений.

На предприятиях легкой промышленности в процессе технической подготовки производства часто возникают ситуации, связанные с проблемой формирования наборов объектов (например, машин, изделий, приемов, свойств), которые покрывают "потребности" другой совокупности (работ, клиентов, заказов и др.) при выполнении определенных условий, вызванных спецификой задачи, причем указанные наборы должны быть оптимальными для одного или нескольких критериев. Во многих случаях данная проблема является весьма сложной и требует применения математического аппарата. В частности, в швейном производстве актуальным является создание наборов одежды, ориентированных на разные категории потребителей. Для решения подобных проблем представляется естественным использование задач о покрытии и их обобщений, моделей и методов дискретной оптимизации, в частности, целочисленного линейного программирования.

В рамках концепции национальной политики Казахстана в области качества продукции и услуг подчеркивается необходимость повышения конкурентоспособности отечественной продукции, которая в современных условиях требует дальнейшего изучения специфики потребителя, особенно системы его восприятия. Развитие эффективности проектирования на основе изучения системы впечатления от одежды у различных групп потребителей может обеспечить высокое качество товаров, рост привлекательности изделий для потребителя, что особенно важно для

предприятий сферы сервиса, индивидуального изготовления одежды.

Успех деятельности предприятий, производящих швейные изделия, зависит от быстрого удовлетворения часто меняющихся запросов потребителей; стабильность его работы в значительной степени определяется адресной направленностью процесса проектирования, обеспечивающей максимальное удовлетворение требований заказчиков.

Важным условием повышения удовлетворенности потребителей качеством одежды является всесторонний учет объективной информации о внешнем облике потребителей – для создания гармоничного визуального образа. Существующие методы адресного проектирования направлены на удовлетворение запросов отдельных типологических групп потребителей, предъявляющих однородные требования к одежде, или индивидуальных заказчиков, с максимальным учетом особенностей их внешнего облика.

Требованиями времени является мобильный выпуск разнообразных модных изделий, быстрое обновление ассортимента и обеспечение товарами, пользующимися спросом у населения. Эти требования недостаточно обеспечены системой промышленного проектирования и конструирования.

Выбор оптимальной САПР для предприятия является важной задачей, во многом определяющей его будущее. Производители системных продуктов, как правило, ярко описывают достоинства программы, умалчивая о недостатках или недоработках.

Использование специализированных САПР позволило бы повысить рентабельность швейного производства с малыми объемами. В настоящее время наиболее известными из таких специализированных систем являются программные комплексы "ГРАЦИЯ", "АВТОКРОЙ", "GRAFIS" [1]. Также существуют системы, в которых автоматизируется не только процесс создания выкройки швейного изделия, но и примерки. Частные ателье, мелкие и даже средние предприятия не могут позволить

себе приобретение лицензионных версий этих программ.

Большие специализированные системы автоматизированного проектирования, кроме высокой стоимости, имеют еще ряд недостатков. Они опираются на стандартные размеры и не учитывают индивидуальные особенности, что недопустимо в условиях индивидуального пошива. При конструировании лекал используются методы, которые затрудняют интерактивное внесение изменений.

Математические модели выкройки деталей в этих программных комплексах различны на разных этапах технологического процесса. Использование для построения выкройки детали швейного изделия в САПР стандартных геометрических примитивов (прямая, дуга и т.п.) в условиях индивидуального пошива лишь незначительно сокращает время разработки модели одежды. Более широкое применение методов 3D-моделирования в программных комплексах для швейной промышленности также ограничивается использованием математической модели лекал, основанной на стандартных геометрических примитивах.

Данная проблема связана с необходимостью переходов от 2D-модели (чертежа выкройки) к 3D-модели (объемному отображению разрабатываемого образца одежды) и обратно.

Аффинные преобразования стандартных геометрических примитивов и другие алгоритмы переходов, которые при этом используются, могут давать существенную погрешность [2]. Разработка и исследование способов математического представления выкройки детали швейного изделия является актуальной проблемой.

При этом следует учитывать, что математическая модель представления выкройки детали швейного изделия связана со всеми этапами технологического процесса конструирования. Изменение способа представления выкройки в САПР может повлечь за собой изменения в разных по математической и прикладной постановке задачах, решаемых программным комплексом. Исследование возможности примене-

ния новых математических моделей в уже существующих алгоритмах без их изменения является также актуальной задачей [4].

В данной статье рассматривается возможность применения математической модели представления выкройки швейного изделия, которая основывается на нестандартных геометрических примитивах, а также методы и алгоритмы реализации математической модели выкройки в рамках соответствующих САПР. Для этого на кафедре технологии и конструирования изделий легкой промышленности в процессе исследования данной темы рассматривали решение следующих задач:

1) обоснование и выбор метода построения криволинейного контура выкройки детали швейного изделия без использования стандартных геометрических примитивов;

2) формализация задачи построения выкройки с учетом выбранного метода;

3) разработка алгоритмов поиска координат особых опорных точек и процедуры для формирования матрицы опорных точек;

4) разработка процедуры для построения эквидистанты криволинейного контура выкройки детали швейного изделия;

5) исследование возможности применения существующих алгоритмов оптимизации раскладки для выкроек, построенных с помощью аппарата кривых Безье.

Для изложения теоретических основ результатов исследования использовали методы дифференциального и интегрального исчислений, аналитической геометрии, теории приближений, топологии, математического программирования.

Основные задачи решены с использованием методологии структурного и объектно-ориентированного программирования, реляционных баз данных. Приводится краткий обзор и анализ характеристик программных комплексов, существующих в настоящее время и используемых в технологическом процессе создания выкроек. Рассматривается возможность использования аппарата кривых Безье для построения криволинейного контура выкройки детали швейного изделия. Приводится формали-

зация задачи построения выкройки с учетом особенностей предложенной математической модели. Приведены формализованные правила определения координат опорных точек для построения криволинейного контура выкройки и дана их классификация. Рассматривались особенности и возможности решения смежных с построением выкройки швейного изделия задач, например, раскладка полученных деталей на плоскости ткани, оптимизация карт раскроя и т.п., при использовании предложенной математической модели. Описываются особенности формирования матрицы опорных точек и построения эквидистанты криволинейного контура выкройки.

Таким образом, создание гибкой математической модели выкройки, позволяющей ускорить процесс конструирования швейного изделия при индивидуальном пошиве и на предприятиях с малым объемом производства, и разработка на основе этой модели алгоритмов для решения смежных прикладных задач представляет актуальную проблему, решение которой позволит повысить эффективность автоматизации технологического процесса пошива одежды.

ВЫВОДЫ

1. На основе теоретических исследований разработаны проектные процедуры построения выкройки швейного изделия. Внесены изменения в алгоритмы решения смежных задач. Наибольшее применение результаты работы получили на предприятиях с малыми объемами производства.

2. Предложено использование аппарата кривых Безье для построения криволинейного контура выкройки, что позволяет применять выкройку детали швейного изделия в качестве базового конструкторского элемента в системе автоматизированного проектирования. Использование и развитие та-

кого подхода позволяет приблизить процесс создания выкройки швейного изделия с помощью систем автоматизированного проектирования к творческому процессу разработки новой модели одежды конструктором-закройщиком вручную и дает возможность более эффективного использования машинных ресурсов.

3. Предлагаемый комплекс алгоритмов отличается от современных аналогов малыми временными затратами на реализацию технологического процесса конструирования выкройки швейного изделия, что ведет к значительному сокращению финансовых затрат швейного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ещенко В.Г., Булатова Е.Б. Повышение конкурентоспособности швейных предприятий на основе высоких технологий // В мире оборудования. – 2007, №2. С.10...11.
2. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР. – М.: Высшая школа, 1990.
3. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления. – СПб.: Питер, 2004.
4. Проказникова Е.Н. Математическая модель раскроя материала для САПР легкой промышленности // Новые информационные технологии. – Рязань: РГРТА, 2001. С. 192...196.

REFERENCES

1. Eshhenko V.G., Bulatova E.B. Povyshenie konkurentosposobnosti shvejnyh predpriyatij na osnove vysokih tehnologij // V mire oborudovanija. – 2007, №2. S.10...11.
2. Norenkov I.P., Manichev V.B. Osnovy teorii i proektirovanija SAPR. – M.: Vysshaja shkola, 1990.
3. Chernoruckij I.G. Metody optimizacii v teorii upravlenija. – SPb.: Piter, 2004.
4. Prokaznikova E.N. Matematicheskaja model' raskroja materiala dlja SAPR legkoj promyshlennosti // Novye informacionnye tehnologii. – Rjazan: RGRTA, 2001. S. 192...196.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования изделий легкой промышленности. Поступила 31.08.17.