ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.045

Л. Н. БОДРЯКОВА
О. М. КАШУБА
О. В. СМИРНОВА

Омский государственный
институт сервиса

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ ПУШНО-МЕХОВОГО ПОЛУФАБРИКАТА

В статье приводится краткий анализ существующих систем автоматизированного нормирования и наборки шкурок на изделия из пушно-мехового полуфабриката, указываются их недостатки, не позволяющие решить весь комплекс задач автоматизации процесса. Предлагается один из возможных путей решения задачи автоматизации процесса, выбора схемы размещения шаблонов на лекалах мехового скроя, с максимальным процентом использования площади и с минимальным визуальным несоответствием располагающихся рядом шкурок.

Ключевые слова: пушно-меховой полуфабрикат, свойства пушно-мехового полуфабриката, метод нормирования, база данных, автоматизированный процесс размещения шаблонов.

Несмотря на привлекательность российского рынка меховых изделий, обусловленную стабильностью спроса, значительным объемом, продукция отечественных предприятий, по данным различных источников, составляет в настоящее время от 25 до 10 % и менее [1]. Таким образом, задача повышения конкурентоспособности российских предприятий является приоритетной.

Конкурентоспособность предприятий швейной промышленности и предприятий сервиса определяется комплексом взаимосвязанных организационных, информационно-технологических и технических задач, решение которых позволяет снизить затраты трудовых и материальных ресурсов, повысить качество выпускаемых изделий.

Наиболее значимыми факторами, определяющими конкурентоспособность предприятий, изготавливающих изделия из пушно-мехового полуфабриката, и их продукции, являются рациональность использования дорогостоящего материала, доля которого

в стоимости изделия составляет до 80 %, а также качество выпускаемых изделий. Анализ технологических процессов показал, что данные факторы закладываются на этапе нормирования и наборки пушно-мехового полуфабриката на изделие.

С целью улучшения использования шкурок и сокращения трудоемкости данных операций в 80-х гг. XX в. на предприятиях, производящих изделия из пушно-мехового полуфабриката, технологическими лабораториями предприятия разрабатывались различные таблицы назначения полуфабриката на изделия. Указывалось количество (кладь) и линейные размеры шкурок, необходимых для изготовления изделий определенного фасона.

В настоящее время многие авторы указывают на несоответствие теории нормирования использования материалов современному уровню развития науки и техники [2, 3]. Разработка отраслевых норм относится к 70-м годам XX в., и все исследования в области нормирования пушно-мехового полуфабриката проведены на соответствующем этому периоду времени научно-техническом уровне, который в настоящее время существенно устарел.

Во многих работах изучалось влияние различных факторов на рациональность использования пушно-меховых и кожевенных полуфабрикатов [2, 3]. Выделенные факторы были разделены на объективные и субъективные.

К объективным факторам относятся:

— конфигурация деталей и их укладываемость между собой;

— форма полуфабриката;

— соотношение между площадью кожи и средневзвешенной площадью детали комплекта;

— неоднородность свойств топографических участков кожи и различные требования, предъявляемые к месту размещения деталей на коже;

— толщина кожи и характер ее распределения по площади;

— наличие пороков;

— метод раскроя.

К субъективным факторам относится квалификация рабочего, производящего раскрой.

Несмотря на значимость операций нормирования и наборки на изделие, а также расчета размеров шаблонов данные операции выполняются вручную, что значительно увеличивает их трудоемкость, обусловливает зависимость качества их выполнения от квалификации исполнителя. Наиболее перспективным решением данной проблемы является внедрение информационных технологий, позволяющих на основе учета объективной информации об имеющемся на предприятии пушно-меховом полуфабрикате выполнять наборку на изделие и расчет размеров шаблонов.

Впервые задачи оптимального раскроя материалов были поставлены и решены Л. В. Канторовичем в конце 30-х гг. прошлого века. Вопросы нормирования и оптимизации раскладок лекал на кожевенном полуфабрикате изучались многими авторами [4, 5]. М. А. Кураковой изучались вопросы нормирования мехового полуфабриката.

Процесс нормирования и наборки пушно-мехового полуфабриката имеет ряд особенностей, связанных прежде всего с ограниченным сложным контуром шкурок, необходимостью раскраивать детали изделия из некоторого количества шкурок пушно-мехового полуфабриката, различающихся по свойствам волосяного покрова, кожевой ткани и размерам, а также изменением его конфигурации и размеров в результате выполнения операции правка и изменением свойств волосяного покрова и кожевой ткани по площади шкурки. В связи с этим процессы нормирования и наборки пушно-мехового полуфабриката на изделие, а также факторы, влияющие на его оптимальное использование, нуждаются в глубоком изучении с применением математического аппарата и современной компьютерной техники.

В настоящее время существуют разработки систем автоматизированного проектирования, позволяющие выполнять расчет размеров шаблонов.

Научно-исследовательский институт меховой промышленности (НИИМП) совместно с Московским физико-техническим институтом разработали систему «САПР-мех», состоящую из трех модулей. Данная система позволяет проектировать изделия из пушно-мехового полуфабриката различных конструктивных решений. Модуль «Технолог» позволяет произвести разбивку лекала на шаблоны, и в дальнейшем работать с полученными контурами после выноса их за пределы раскладки. Разбиение на шаблоны осуществляется на основе технического описания и среднестатистических линейных размеров меховых полуфабрикатов [6]. Однако свойства пушно-мехового полуфабриката, определяющие размеры шаблона, изменяются в значительных пределах не только внутри одного вида пушно-мехового полуфабриката, но и в пределах одной партии шкурок, что обусловливает снижение коэффициента использования пушно-мехового полуфабриката, а иногда и невозможность раскроя шаблона

В работе М. Ю. Архипенко разработана система для автоматизированного размещения мехового полуфабриката на поверхности изделия «Мех» [7]. Система состоит из двух модулей — «Редактор скроев» и «Проектирование поверхностей меховых скроев». С помощью модуля «Редактор скроев» в компьютер вводится информация о лекалах изделия. С помощью модуля «Проектирование поверхностей меховых скроев» выполняют размещение мехового полуфабриката в скрое изделия с учетом свойств и параметров каждой меховой шкурки и требований к их расположению. В процессе размещения можно учесть технологические и эстетические требования к проектируемой поверхности скроя, выполнить оценку полученного размещения пушно-мехового полуфабриката на поверхности скроя и сохранить результаты.

К недостаткам системы относится отсутствие возможности автоматического ввода информации о свойствах пушно-мехового полуфабриката. В работе не приводится структура применяемой в качестве исходной информации базы данных, не указаны свойства пушно-мехового полуфабриката, в большей степени влияющие на выполнение операций «наборки» и «складки». Для выполнения схемы размещения шаблонов на лекалах изделия вводят количество столбцов и рядов. На практике же при выполнении сортировки пушно-мехового полуфабриката и наборки его на изделие, исходной информацией служит информация о размерах и свойствах волосяного покрова пушно-мехового полуфабриката, назначенного на изделие. Без учета свойств волосяного покрова каждой шкурки, расположенной в скрое, невозможно изготовить качественную меховую поверхность.

А. А. Старовойтова с целью автоматизации процесса подбора шкурок для шаблонов и рационального размещения шаблона на шкурке, предлагает использовать компьютерные технологии [8]. Для этого было

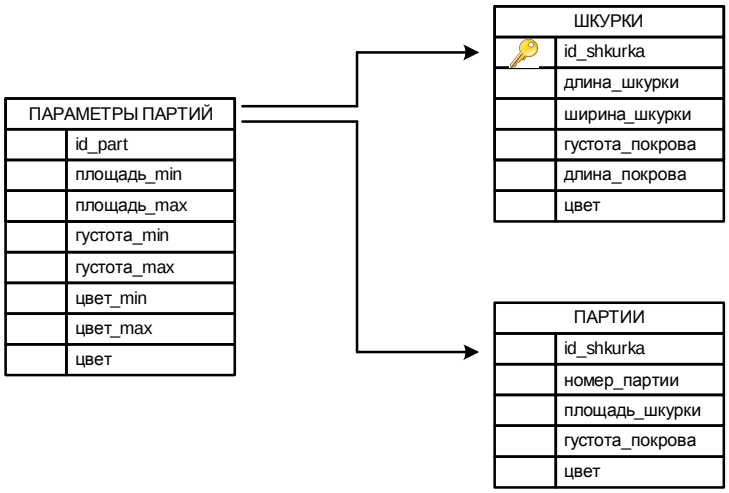

Рис. 1. Структура данных в PostgreSQL

id_shkurka integer	Длина_шкурки real	Ширина_шкурки real	Густота_покрова integer	Длина_покрова real	Цвет integer
1	760	153	6500	21.5	1
2	760	153	5600	21.5	3
3	760	153	7000	21.5	5
4	730	135	6000	22	7
5	760	148	6600	21	9
6	750	135	6000	24	4
7	750	150	6800	23.5	2
8	750	150	3500	22.5	8
9	710	105	4000	28.5	10
10	750	150	3000	20.5	4
11	710	105	4000	21	3
12	760	153	6500	25	1

а

id_part integer	Площадь_min real	Площадь_max real	Густота_min integer	Густота_max integer	Цвет_min integer	Цвет_max integer	Цвет text
1	50000	200000	3000	10000	1	2	Сканблэк
2	50000	200000	3000	10000	3	4	Орех
3	50000	200000	3000	10000	5	6	СТК
4	50000	200000	3000	10000	7	8	Белая норка
5	50000	200000	3000	10000	9	10	Сапфир

б

id_shkurka integer	Номер_партии integer	Площадь_шкурки real	Густота_покрова integer	Цвет text
1	1	116280	6500	Сканблэк
2	2	116280	5600	Орех
3	3	116280	7000	СТК
4	4	98550	6000	Белая норка
5	5	112480	6600	Сапфир
6	2	101250	6000	Орех
7	1	112500	6800	Сканблэк
8	4	112500	3500	Белая норка
9	5	74550	4000	Сапфир
10	2	112500	3000	Орех
11	2	74550	4000	Орех
12	1	116280	6500	Сканблэк

в

Рис. 2. Фрагменты таблиц формируемой базы данных:
а — таблица «Шкурки»; б — таблица «Параметры партий»; в — таблица «Партии»

разработано программное обеспечение, состоящее из трех модулей: модуль отображения и ввода–вывода; расчетный модуль; модуль базы данных. На первом этапе происходит считывание изображения полуфабриката из файла, ввод пользователем кода полуфабриката, описания полуфабриката и масштаба отображения. На втором этапе — формирование геометрического контура полуфабриката, на третьем — размещение шаблона в контуре меховой шкурки. Таким образом, разработанный программный продукт позволяет рассчитывать площадь мехового полуфабриката, размещать шаблоны в контуре шкурки, а также выбирать форму шаблона, позволяющую раскраивать полуфабрикат с наибольшим коэффициентом использования.

Данный способ более подходит для раскроя шкурок мелких видов пушно-мехового полуфабриката. Технология изготовления скроев из шкурок мелких

id_shkurka integer	Номер_партии integer	Площадь_шкурки real	Густота_покрова integer	Цвет text
1	1	116280	6500	Сканблэк
2	2	116280	5600	Орех
3	3	116280	7000	СТК
4	4	98550	6000	Белая норка
5	5	112480	6600	Сапфир
6	2	101250	6000	Орех
7	1	112500	6800	Сканблэк
8	4	112500	3500	Белая норка
9	5	74550	4000	Сапфир
10	2	112500	3000	Орех
11	2	74550	4000	Орех
12	1	116280	6500	Сканблэк

Рис. 3. Результат автоматической сортировки шкурок

видов отличается от технологии изготовления скроев из полуфабриката среднего и крупного размера тем, что при раскрое мелких видов сначала производят обкрой шкурок, собираемых в пластины, из которых затем раскраивают детали скроя. Кроме того, в данном программном продукте не учитываются свойства волосяного покрова пушно-мехового полуфабриката и пластические свойства кожевой ткани шкурки.

В работе О. Н. Смирновой [9] разработан программно-методический комплекс, позволяющий выполнять разбиение контура лекал на шаблоны с учетом положения нагрудной вытачки и пластических свойств кожевой ткани. С этой целью введены коэффициенты потяжки по длине и ширине. Однако следует отметить, что расчет размеров шаблонов выполняется на основе среднестатистических размеров шкурок, а данный показатель даже внутри одного вида пушно-мехового полуфабриката варьируется в значительных пределах, корректировка нагрудной вытачки выполняется в интерактивном режиме, не учитывается положение линии соединения шаблонов относительно линии проймы.

Таким образом, в ходе анализа литературных источников установлено, что применение существующих САПР для процесса производства изделий из пушно-мехового полуфабриката, предназначенных для автоматизации операций подготовительно-раскройного этапа скорняжного производства, не позволяет решить весь комплекс задач автоматизации, так как они учитывают лишь некоторые свойства пушно-мехового полуфабриката. На практике скорняк анализирует комплекс свойств пушно-мехового полуфабриката, определяющих качество изделия и рациональность использования пушно-мехового полуфабриката. Это препятствует практическому внедрению существующих разработок.

Для решения поставленной задачи необходимо создать базу данных о свойствах пушно-мехового полуфабриката, имеющегося в наличии на предприятии, которые в наибольшей степени влияют на процессы нормирования и наборки пушно-мехового полуфабриката на изделие.

На основе проведенного авторами анализа процессов скорняжного производства и исследований в данной области, опроса специалистов отрасли установлено, что наиболее значимыми являются следующие свойства пушно-мехового полуфабриката: площадь шкурок и ее линейные размеры; свойства волосяного покрова (длина, высота, густота, цвет); пластичность кожевой ткани; наличие пороков.

Специалистами Омского государственного института сервиса разработаны способы определения свойств пушно-мехового полуфабриката с применением компьютерной техники [10]. Использование данной информации позволит автоматизировать операции нормирования, наборки на изделие и расчет размеров шаблонов.

С целью выбора оболочки для разработки систем управления базами данных (далее — СУБД), на основе которых формируется база данных свойств пушно-мехового полуфабриката для подготовительно-раскройного этапа скорняжного производства, рассмотрены две наиболее популярные системы управления базами данных с открытым кодом: PostgreSQL и MySQL.

Для решения поставленных задач была выбрана СУБД PostgreSQL, в связи с необходимостью хранения большого объема данных с возможностью расширения, репликации, полностью соответствующее современным стандартам языка SQL.

Структура разработанной реляционной базы данных представлена на рис. 1. Фрагменты таблиц базы данных с внесенной информацией приведены на рис. 2. Таблица «Параметры партий» содержит атрибуты максимума и минимума определяемых свойств пушно-мехового полуфабриката. В соответствии с заданными интервалами партия автоматически сортируется на однородные группы, сведения о которых заносятся в таблицу «Партии» (рис. 3).

На следующем этапе решается задача рационального размещения шаблонов на лекалах скроя. Форма лекал мехового скроя задается с помощью пограничных точек, которые определяют ширину и высоту лекал скроя. В настоящей версии программы выбор параметров размещения шаблонов на лекалах выполняется в ручном режиме (рис. 4), вводится число рядов и шаблонов в ряду.

Для примера рассмотрим разбиение лекал стана на 3 ряда. В этом случае три изменяемых параметра: количество шаблонов в ряду, высоту шаблонов первого и второго ряда (высота третьего ряда получается путем вычисления разницы между высотой лекал и суммой высот первого и второго ряда).

Далее выполняют наборку пушно-мехового полуфабриката на изделие с учетом линейных размеров шаблонов и шкурок, стремясь получить максимальный процент использования площади. В рассматриваемом случае (3 ряда) получаем функцию от трех переменных, которая исследуется на максимум.

Для выполненной схемы размещения шкурок в изделии строится функция соответствия. С этой целью анализируют текущую схему расположения шаблонов и раскроя их из выбранных шкурок пушно-мехового полуфабриката. В случае, когда рядом располагаются шкурки из разных групп по длине и гус-

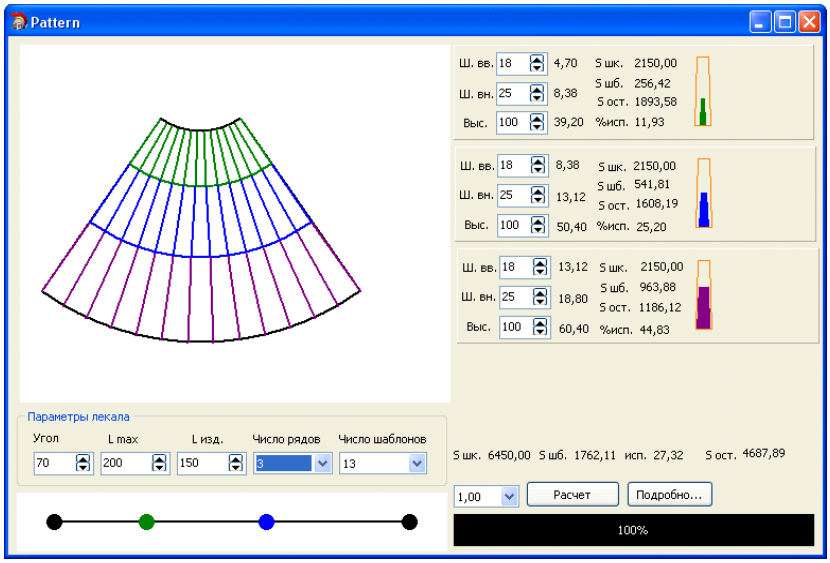

Рис. 4. Выбор параметров размещения шаблонов на лекалах

тоте волосяного покрова, начисляется определенное количество штрафных баллов. Полученная функция (для рассматриваемого случая — функция от трех переменных) исследуется на минимум.

В результате получаем две точки, которые характеризуют вариант расположения шкурок на лекалах мехового скроя с максимальным процентом использования площади и характеризуют вариант расположения шкурок с минимальным визуальным несоответствием располагающихся рядом шкурок.

На практике скорняк-наборщик как правило учитывает большее количество критериев и выбирает некоторое промежуточное решение. В ходе дальнейших исследований с целью автоматизации процесса расчета размеров шаблона необходимо на основе информации о свойствах пушно-мехового полуфабриката, из формируемой базы данных, с учетом наиболее значимого критерия отбирать оптимальный вариант. Данное направление будет развиваться в ходе дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Бодрякова, Л. Н. Совершенствование процессов скорняжного производства на основе учёта свойств пушно-мехового полуфабриката : моногр. / Л. Н. Бодрякова, В. М. Стельмашенко. — Омск : Омский гос. ин-т сервиса, 2012. — 160 с.

2. Куракова, М. А. Разработка методики нормирования использования мехового полуфабриката : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.04 / Марина Алексеевна Куракова. — М., 1991. — 186 с.

3. Железняков, А. С. Основы проектирования и совершенствования процессов и автоматизированных систем подготовки материалов к раскрою. : дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.04, 05.13.07 / Александр Семёнович Железняков. — Новосибирск, 2000. — 442 с.

4. Рашева, О. А, Оптимизация раскладок лекал и подбора натуральной кожи при автоматизированном проектировании одежды : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12 / Ольга Анатольевна Рашева. — Омск, 2004. — 146 с.

5. Манченко, С. А. Автоматизация процесса подготовки информации подготовительно-раскройного производства в обувной промышленности. : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 / Сергей Александрович Манченко. — М., 1987. — 188 с.

6. Горячев, С. Н. Разработка современных методик конструирования и технологии изготовления женской меховой одежды / С. Н. Горячев, Е. В. Есина, А. Ю. Рослякова // Развитие меховой промышленности России : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. — М. : НИИМП, 2001 — С. 34—37.

7. Архипенко, М. Ю. Автоматизация проектирования изделий из натурального меха с использованием дискретных задач оптимального размещения : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 / Маргарита Юрьевна Архипенко. — Омск, 2004. — 158 с.

8. Старовойтова, А. А. Автоматизация процесса проектирования рационального размещения шаблонов на пушно-меховом полуфабрикате : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 / Анастасия Александровна Старовойтова. — Омск, 2006. — 169 с.

9. Смирнова, О. Н. Разработка программно-методического комплекса автоматизированного проектирования изделий из натурального меха : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.04 / Ольга Николаевна Смирнова. — М., 2004. — 205 с.

10. Бодрякова, Л. Н. О возможности измерения длины волосяного покрова пушно-мехового полуфабриката с использованием компьютерной техники / Л. Н. Бодрякова, В. И. Стельмашенко, П. И. Михайлов // Материаловедение — 2010. Актуальные использования новых проблемы создания и материалов и оценки их качества : сб. статей III Междунар. науч.-практ. конф. — М. : РГУТиС, 2010. — С. 88—93.

БОДРЯКОВА Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Сервис и технологии изделий легкой промышленности».
КАШУБА Оксана Михайловна, начальник отдела научно-инновационной деятельности.
СМИРНОВА Ольга Васильевна, доцент (Россия), доцент кафедры «Сервис и технологии изделий легкой промышленности».
Адрес для переписки: lnbdok_12@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.04.2014 г.
© Л. Н. Бодрякова, О. М. Кашуба, О. В. Смирнова

УДК 004.045

Л. Н. БОДРЯКОВА
А. А. СТАРОВОЙТОВА

Омский государственный
институт сервиса

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-РАСКРОЙНЫХ ОПЕРАЦИЙ СКОРНЯЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В меховой промышленности большинство технологических операций подготовительно-раскройного производства выполняются вручную, что обусловливает их значительную трудоемкость. В связи с этим задача автоматизации процессов путем разработки и внедрения информационных технологий на этапе подготовки и раскроя мехового полуфабриката является актуальной для современных предприятий. Авторами предлагается с помощью разработанного программного обеспечения определять наиболее значимые свойства пушно-мехового полуфабриката с целью формирования базы данных, включающей количественную информацию о свойствах шкурок.

Ключевые слова: подготовительно-раскройное производство, площадь шкурки, длина волосяного покрова, линейная фильтрация, аппроксимированный график изменений длины остевого и пухового волоса.

Задача совершенствования и повышения эффективности функционирования швейных предприятий, производящих изделия из пушно-мехового полуфабриката, в настоящее время является приоритетной. Многие факторы, определяющие конкурентоспособность предприятия: создание условий для рационального использования пушно-мехового полуфабриката и проектирования технологических процессов минимальной длительности, высокое качество выпускаемых изделий — закладываются на этапе скорняжного производства.

Анализ процессов скорняжного производства показал, что технологические операции подготовительно-раскройного производства, такие как сортировка пушно-мехового полуфабриката и наборка на изделие, выполняются на предприятиях вручную путем многократного перебора и сравнения характеристик пушно-мехового полуфабриката, поэтому являются наиболее трудоемкими. Пушно-меховой полуфабрикат в отличие от других швейных материалов имеет ограниченный контур сложной конфигурации, а свойства кожевой ткани и волосяного покрова значительно различаются по площади шкурки. Противоречие между необходимостью учета значительного количества свойств пушно-мехового полуфабриката и невозможностью осуществления оперативного и достоверного контроля с помощью существующих технических средств обусловливает актуальность разработки методов определения свойств пушно-мехового полуфабриката, наиболее значимых в процессах скорняжного производства.

Одним из перспективных направлений совершенствования процессов скорняжного производства является разработка и внедрение информационных технологий для процессов подготовительно-раскройного этапа с целью определения наиболее значимых свойств пушно-мехового полуфабриката и формирования базы данных, включающей количественную информацию о свойствах, на основе которой может выполняться сортировка и назначение шкурок на изделие. Опрос специалистов отрасли и проведенные исследования позволили установить, что к одним из наиболее значимых свойств пушно-мехового полуфабриката относятся линейные размеры и площадь шкурок, а также свойства волосяного покрова (длина, высота, густота, цвет) [1].

В настоящее время специалистами Омского государственного института сервиса разработано программное обеспечение, позволяющее определять линейные размеры, площадь шкурки и длину волосяного покрова. Программное обеспечение разработано в среде «BORLAND C++», для которой характерны универсальность, широкие возможности решения инженерных задач и удобство работы с базами данных. Исходной информацией является цифровое изображение шкурок в различных плоскостях, полученное с помощью фотоаппарата.

Для определения линейных размеров и площади шкурки получают ее изображение в горизонтальной плоскости со стороны кожевой ткани (рис. 1). Изображение считывается из файла, записывается и сохраняется в базе данных. Далее формируется сплайновый контур полуфабриката в ручном или автоматическом режиме. Автоматический режим предназначен для выделения точек контура из изображения шкуры. Недостатком полученного сплайнового контура мехового полуфабриката является то, что он содержит волосяной покров, выступающий по краям кожевой ткани [2]. Для получения четкого контура разработан алгоритм фильтрации. На вход алгоритма

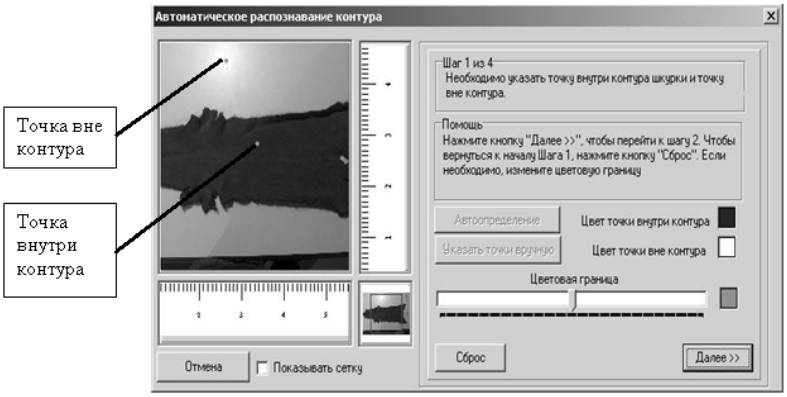

Рис. 1. Выбор ключевых точек

поступает изображение шкурки в виде трех массивов чисел:

$$R_{ij}, G_{ij}, B_{ij} \in [0,255], \quad i \in [0, X_{\max}], \; j \in [0, Y_{\max}],$$

где X_{max}, Y_{max} — размер изображения в пикселях. Эти массивы — соответственно красная, зеленая и синяя составляющие изображения.

Для работы алгоритма указываются ключевые точки (внутри и вне контура) в ручном или автоматическом режиме (рис. 1). В случае автоматического режима первая эталонная точка (соответствующая области шкуры) выбирается в середине изображения. Вторая эталонная точка выбирается на высоте первой точки на расстоянии 0,9 ширины от края изображения. Если точки выбраны правильно, то происходит переход к следующему этапу. Иначе пользователь указывает точки вручную. Некорректный выбор точек (например, обе точки внутри шкуры или обе точки вне шкуры) может привести к неверной работе алгоритма в дальнейшем.

На этапе фильтрации пользователь выбирает размер фильтра, и затем с помощью кнопки «*Фильтрация*» вычисляется цвет каждого пикселя в отфильтрованном растре. Линейная фильтрация (рис. 2) выполняется для увеличения гладкости границ шкурки (контура кожевой ткани) на изображении и удаления шума (контура волос).

На следующем этапе происходит выделение на изображении контура шкурки, в результате которого точки, принадлежащие контуру шкуры, окрашиваются в черный цвет, а точки, принадлежащие фону, — в белый. Для каждой точки растра производится следующая процедура: в пространстве R^3 (так как цвет трехмерен) ищется евклидово расстояние между данной точкой и двумя эталонными точками [2]. Если точка ближе к эталонной точке фона, то она окрашивается в белый цвет, иначе — в черный. Для того чтобы данная операция прошла успешно, изображение должно удовлетворять следующим условиям: цвет фона и шкурки должен сильно отличаться, например, черная шкурка на белом фоне. Для успешного выполнения следующего этапа алгоритма необходимо, чтобы изображение шкурки было со всех сторон окружено фоном. Точки, принадлежащие контуру шкуры, окрашиваются в черный цвет. Точки, принадлежащие фону, окрашиваются в белый цвет.

После выполнения всех этапов автоматического поиска контура происходит добавление точек в структуру данных и уточнение контура. Алгоритм формирует структуру данных *L*, представляющую собой связный список точек, принадлежащих контуру

а **б**

Рис. 2. Выделение контура без фильтрации (а) и с линейной фильтрацией (б)

шкурки. Программное обеспечение позволяет быстро обрабатывать изображение меховой шкурки и формировать сплайновый контур для дальнейшего автоматического определения линейных размеров шкурок и площади их сложного контура с учетом топографических участков.

Помимо линейных размеров и площади шкурки в процессах сортировки учитывают показатели волосяного покрова. Для этого в формируемую базу данных вносится информация о длине волосяного покрова.

Данный процесс состоит из восьми этапов (рис. 3).

Исходные данные — цифровое изображение изменений длины волосяного покрова по ширине шкурки, для получения которого шкурку перегибают в поперечном направлении, размещают на плоской опоре, фиксируя с помощью зажима, после чего с помощью цифрового фотоаппарата получают изображение. К исходным данным также относятся количественные характеристики компонент цвета волосяного покрова, эталонного квадрата, зажима шкурки и фона рабочей поверхности, которые позволяют идентифицировать вышеперечисленные элементы изображения (рис. 4).

Выходные параметры — аппроксимированный график изменений длины остевого и пухового волоса по ширине шкурки на линии сгиба.

После ввода исходной информации выполняется поиск эталонного квадрата. Данный объект позволяет определить масштаб изображения и положение хребтовой линии. С этой целью вводится величина цветового отклонения *(k)*, т.е. допустимая разница между значением красной, зеленой и синей компонент цвета в исследуемой точке и введенным эталоном цвета квадрата. Графический интерфейс программы позволяет ввести данный параметр в интерактивном режиме и оценить результат. Выбранная величина цветового отклонения и эталоны цвета перечисленных выше объектов изображения могут

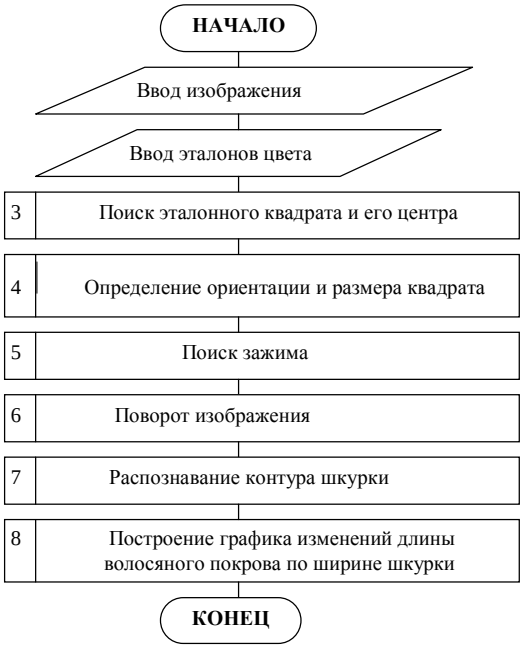

Рис. 3. Алгоритм программы определения длины волосяного покрова

вводиться один раз при обработке партии шкурок, что создает условия для автоматизации процесса.

Для определения эталонного квадрата изображение анализируется по вертикали и горизонтали. Каждой точке изображения приписывается вес либо единица, либо ноль. С этой целью численное значение компонент цвета — значение *r, g, b* в текущей исследуемой точке сравнивается с показателями введенного эталона цвета квадрата. В случае, когда компоненты цвета исследуемой точки отличаются от численного значения соответствующих параметров эталона на величину, большую *k*, точке приписывается вес, равный нулю, в противном случае — вес, равный единице. Таким образом, величина цветового отклонения *(k)* в значительной степени определяет точность определения эталонного квадрата.

Далее выполняется поиск центра эталонного квадрата. Будем рассматривать его как некую фигуру, имеющую одинаковую плотность в каждой точке, тогда справедливо утверждение, что центр фигуры совпадает с центром масс, который можно найти по формуле:

$$X_c = \frac{\iint\limits_D x\rho(x,y)dxdy}{\iint\limits_D \rho(x,y)dxdy};\quad Y_c = \frac{\iint\limits_D y\rho(x,y)dxdy}{\iint\limits_D \rho(x,y)dxdy},$$

где D — область изображения, содержащая фигуру, $\rho(x, y)$ — плотность фигуры в точке, в условных единицах.

Поскольку рассматриваемая фигура состоит из конечного числа точек, интегралы заменяем суммами:

$$X_c = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N}\sum\limits_{j}^{M} i\cdot w(i,j)}{\sum\limits_{i=1}^{N}\sum\limits_{j}^{M} w(i,j)};\quad Y_c = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N}\sum\limits_{j}^{M} j\cdot w(i,j)}{\sum\limits_{i=1}^{N}\sum\limits_{j}^{M} w(i,j)},$$

где $w(i, j)$ — вес точки с координатами (i, j), полученный на предыдущем шаге.

На следующем этапе определяют ориентацию и размер эталонного квадрата. С этой целью вокруг найденного центра эталонного квадрата строится пробный квадрат некоторого размера, повернутый на некоторый угол, находится суммарный вес точек, принадлежащих пересечению границ эталонного и пробного квадратов. Находятся все точки, принадлежащие границе, после чего суммируются их веса $w(i, j)$.

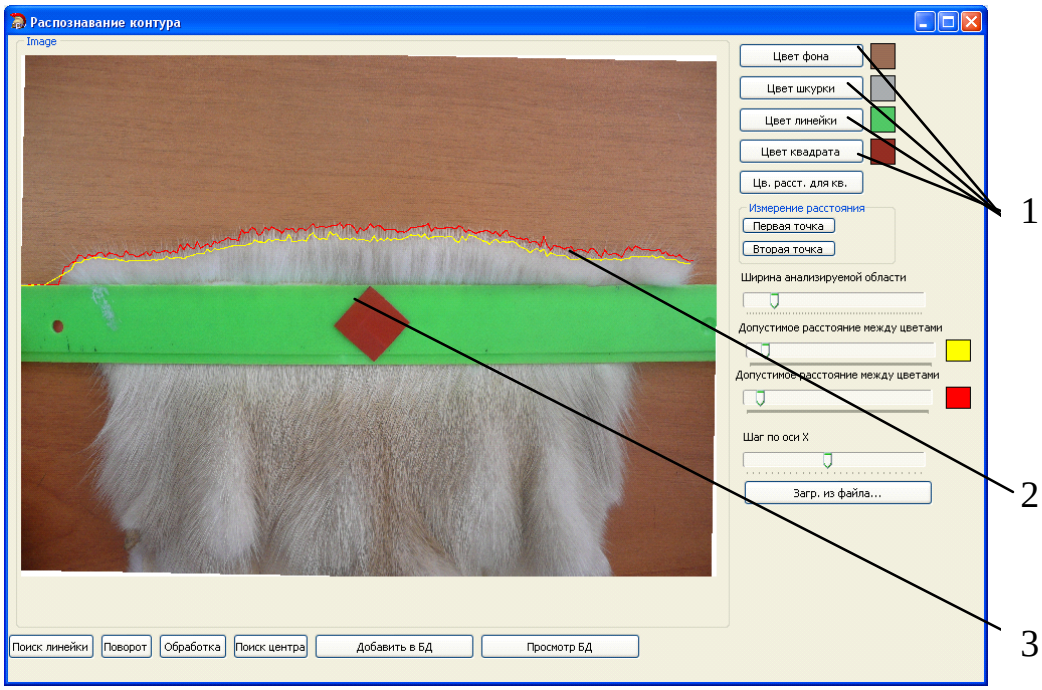

Рис. 4. Диалоговое окно программы:
1 — эталоны цвета рабочей поверхности, волосяного покрова, зажима и эталонного квадрата;
2 — графики изменений длины волосяного покрова по ширине шкурки;
3 — эталонный квадрат

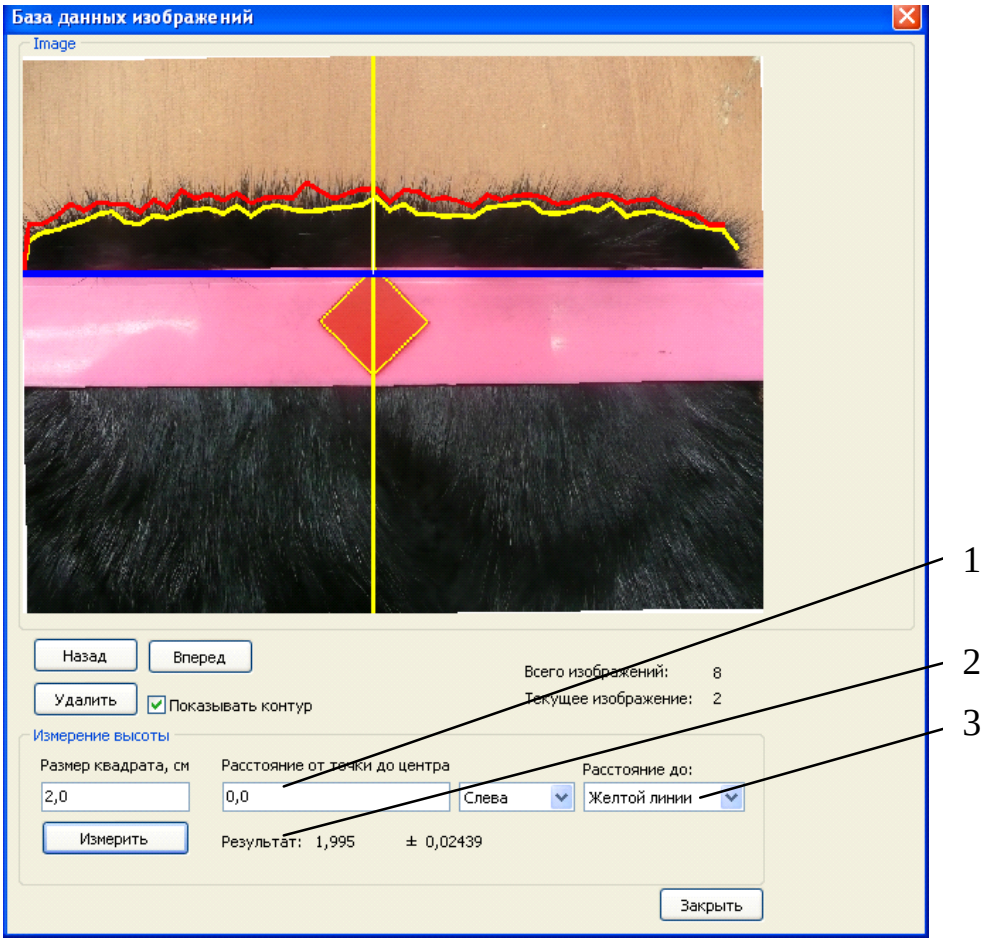

Рис. 5. Определение длины волосяного покрова в искомой точке:
1 — элемент диалогового окна, позволяющий задавать расстояние до хребтовой линии;
2 — полученный результат;
3 — элемент диалогового окна, определяющий тип волосяного покрова

$$W = \oint_L \rho(x,y)dL,$$

где W — суммарное значение весов точек, принадлежащих границе пересечения эталонного и пробного квадратов.

Процедура повторяется для углов от 0 до 360°, перебор происходит с некоторым шагом. Фиксируется максимальное значение параметра точек, принадлежащих пересечению границы и пробного квадрата, и параметры размещения пробного квадрата. После чего процедура повторяется для большего размера квадрата. Перебор по ширине квадрата завершается, когда в качестве значения параметра получен ноль, т.е. пробный квадрат стал настолько широким, что эталонный квадрат умещается в нем целиком без пересечения границ. Максимальное значение характерно для распознанного таким образом эталонного квадрата, построение которого выполняется в автоматическом режиме (рис. 4).

На следующем этапе выполняется поиск точек, принадлежащих зажиму. Линия, определяющая положение зажима на последующих этапах, используется в качестве исходной линии при определении длины волосяного покрова. С целью нахождения положения данной линии изображение анализируется по вертикали с некоторым шагом d. При нахождении точки, цвет которой ближе к эталону цвета зажима, чем к эталонам цветов шкурки и фона, точка запоминается и выполняется переход к следующей вертикали. В результате формируется массив точек, принадлежащих зажиму. Методом наименьших квадратов [3] выполняется поиск прямой, характеризующий положение исходной линии, и определяется угол *(a)* между полученной прямой и горизонтальным направлением. Для упрощения анализа с учетом угла a выполняется поворот изображения, чтобы направление найденной линии приняло горизонтальное положение. Полученная прямая используется в качестве начальной координаты при определении длины волосяного покрова.

Задача седьмого этапа — распознавание изображения волосяного покрова шкурки, результатом является график изменения длины волосяного покрова (остевых и пуховых волос) по ширине шкурки.

Методика анализа аналогична пятому этапу. Изображение исследуется по горизонтали (координата i) и вертикали (координата j) с шагом 1 пиксель. Рассматривается участок изображения вокруг точки с текущими координатами *(i, j)*. Размеры анализируемой площади — высота участка один пиксель, ширина l пикселей. При условии соответствия цвета всех точек исследуемой области цвету волосяного покрова шкурки, текущая точка принимается за крайнюю точку линии пуховых волос и выполняется переход к следующей вертикали. Текущая точка считается принадлежащей границе остевых волос в случае, когда цвет хотя бы одной точки анализируемой области соответствует цвету шкурки. В диалоговом окне предусмотрен элемент «ширина анализируемой

области», позволяющий изменять показатель *l*. Правильность выбора данного критерия в значительной степени определяет точность измерений.

Выходные данные — график изменений длины остевых и пуховых волос по ширине шкурки по линии сгиба заносится в базу данных, информацию которой используют при выполнении сортировки шкурок, складки на изделие и расчете размеров шаблона (рис. 5).

Для определения длины волосяного покрова в точке, являющейся краевой для проектируемого шаблона, с помощью диалогового окна вводят расстояние, на котором данная точка находится от хребтовой линии шкурки, и осуществляют выбор интересующего показателя — длины остевых или пуховых волос. После команды «измерить» в диалоговом окне выводится полученный результат, в натуральных единицах (в мм) и ошибка измерения.

Следует отметить, что значения длины волосяного покрова, полученные с помощью разработанного программного обеспечения (в качестве объекта исследования были выбраны шкурки норки), хорошо коррелируют с результатами исследований длины волосяного покрова, полученными с помощью известных методик (измерения длины волосяного покрова с помощью линейки), что подтверждает возможность его применения в процессах скорняжного производства.

Использование разработанного программного обеспечения позволит внедрить автоматическую сортировку шкурок по линейным размерам и площади, длине волосяного покрова на основе объективных характеристик, выполнять проектирование меховых скроев, учитывая данные свойства пушно-мехового полуфабриката при раскрое шаблонов различной ширины, что позволит снизить трудоемкость подготовительного этапа скорняжного производства и повысить качество выполнения данных операций. Однако в ходе последующих исследований необходимо продолжить разработку программного обеспечения для определения таких свойств пушно-мехового полуфабриката, как густота волосяного покрова, наличие дефектов и других свойств, учитываемых в процессах скорняжного производства.

Библиографический список

1. Бодрякова, Л. Н. Анализ возможностей применения компьютерных технологий в операциях подготовительного этапа скорняжного производства / Л. Н. Бодрякова, П. И. Михайлов, В. И. Стельмашенко // Актуальные проблемы создания и использования новых материалов и оценки их качества. – М. : РГУТиС, 2010. – С. 88–93.

2. Андросова, Г. М. Автоматизация процесса проектирования изделий из пушно-мехового полуфабриката на основе матричных элементов : моногр. / Г. М. Андросова, И. Г. Браилов, О. В. Свириденко, А. А. Старовойтова. – Омск : Омский гос. ин-т сервиса, 2009. – 222 с.

3. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник / Г. М. Фихтенгольц. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 680 с.

БОДРЯКОВА Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Сервис и технологии изделий легкой промышленности».
СТАРОВОЙТОВА Анастасия Александровна, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Сервис и технологии изделий легкой промышленности».
Адрес для переписки: lnbdok_12@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.04.2014 г.
© Л. Н. Бодрякова, А. А. Старовойтова

Книжная полка

Борисенко, И. Н. Вычислительные машины, системы и сети : учеб. электрон. изд. локального распространения : конспект лекций / И. Н. Борисенко ; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Изложен материал о принципах построения и использования ЭВМ; об устройстве основных компонентов ЭВМ; о способах передачи информации и основных методах построения вычислительных сетей. Освещены также основы программирования. Издание представлено в виде конспекта лекций. Каждая лекция сопровождается контрольными вопросами, что поможет при самостоятельной проработке лекционного материала. Предназначено студентам очной, вечерней и заочной форм обучения специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств», изучающим дисциплину «Вычислительные машины, системы и сети».

Гегечкори, Е. Т. Интеллектуальные информационные системы : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / Е. Т. Гегечкори, О. Б. Малков ; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Излагаются теоретические и организационно-методические вопросы разработки и применения интеллектуальных информационных систем (ИИС). Рассматриваются классификация, архитектура, этапы проектирования ИИС, выбор инструментальных средств. Практические аспекты применения ИИС излагаются для решения ряда задач, возникающих в различных областях, технического анализа и прогнозирования, динамического планирования и реинжиниринга бизнес-процессов, управления знаниями. Предназначено для студентов заочной формы обучения специальности 080801 «Прикладная информатика (в экономике)», а также для студентов и аспирантов других технических и экономических специальностей. Может быть полезно для специалистов, разрабатывающих и использующих системы поддержки принятия управленческих решений, корпоративные информационные системы и системы управления знаниями, а также для преподавателей и аспирантов вузов, занимающихся исследованиями в области применения интеллектуальных информационных технологий в управлении экономическими объектами и процессами.

УДК 004.942:332.62:528

Ф. Н. БОРИС
В. А. МАХТ
Е. А. БОРИС

Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского
Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МАССОВОЙ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ГЕОКОДИРОВАНИЯ

Исследуется задача автоматизации этапов массовой оценки недвижимости с использованием современных информационных технологий для снижения трудовых затрат и ускорения сроков выполнения работ. Проведена идентификация объектов недвижимости с помощью метода геокодирования. Изучены особенности функционирования общедоступных онлайн-систем геокодирования, на базе которых сформирован перечень всех остановок общественного транспорта г. Омска. На основе полученных данных выполнена кластеризация объектов недвижимости. Разработан и апробирован алгоритм автоматизированного подбора аналогов для оцениваемого объекта недвижимости.

Ключевые слова: массовая оценка недвижимости, геокодирование, кластеризация, алгоритм, Интернет-технологии.

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения современных технологий в профессиональную деятельность специалистов различного профиля позволяет ускорять сроки решения задач, снижать трудозатраты и в целом рациональнее использовать имеющиеся ресурсы. Одной из таких областей является массовая оценка недвижимости.

Массовая оценка представляет собой процесс оценивания множества объектов на определенную дату путем систематического и единообразного применения методов оценки, которые предусматривают статистическое исследование и анализ результатов. Наиболее распространенным в России направлением массовой оценки недвижимости является кадастровая оценка.

Актуальность темы обусловлена введением налога на недвижимость. Основу налогооблагаемой базы составляет кадастровая стоимость, поэтому важной задачей государства является создание и утверждение универсальной методики оценки объектов недвижимости.

Специалисты в указанной области уделяют особое внимание совершенствованию методологии массовой оценки недвижимости. За последнее десятилетие предложено несколько методик, имеющих научную значимость для развития теории массовой оценки недвижимости. Но до настоящего времени официально не утверждена единая методика кадастровой оценки объектов недвижимости, поэтому изучение данного вопроса по-прежнему остается актуальным и требует решения.

Применение средств автоматизации значительно ускоряет процесс выполнения массовых оценочных работ. Методическое обеспечение массовой оценки недвижимости должно учитывать современные достижения в области информационных технологий, в том числе использовать преимущества ГИС технологий. Метод геокодирования получил широкое распространение в различных областях производства, но пока практически не применялся в кадастровой оценке [1].

В данной работе продолжаются исследования по созданию методики и соответствующего программного обеспечения для массовой оценки объектов недвижимости [2, 3]. Разработан алгоритм для определения кадастровой стоимости и выполнена его апробация. Применены некоторые методы системного анализа и математической статистики.

Для целей массовой оценки недвижимости необходимо решить задачи:

— идентификации объектов недвижимости;

— кластеризации объектов с учетом их местоположения.

Сложность идентификации объектов недвижимости заключается в следующем. В исходной информации адрес объекта представлен в виде неструктурированных данных, где, как правило, различается написание названия одной и той же улицы (например, ул. Карла Маркса, ул. К. Маркса, ул. Маркса и иное), номер дома также может включать дополнительные обозначения корпусов, строений, литер и прочего.

Структурирование и приведение к единому формату адресных данных на практике в основном производится вручную операторами ПК, что отрицательно влияет на сроки выполнения и стоимость работ. Решение поставленной задачи посредством методов автоматизации приобретает особое значение при создании алгоритма непрерывного обновления результатов оценки с учетом изменения ситуации на рынке недвижимости.

Эффективным решением данной задачи, с точки зрения авторов статьи, является использование ме-

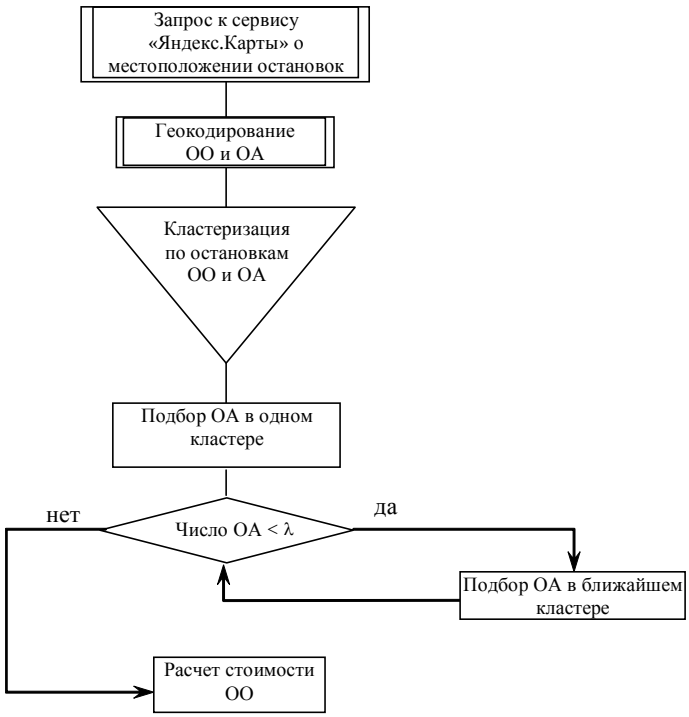

Рис. 1 Блок-схема алгоритма автоматизированного подбора объектов-аналогов

тода геокодирования. Геокодирование — это процесс преобразования адресов в географические координаты [4, 5]. Результатом геокодирования являются географические объекты с атрибутами, которые можно использовать для пространственного анализа. Сложность адресного геокодирования заключается в разработке методов интерпретации конкретного типа входных адресных данных и их соотнесении с предопределенными базовыми данными.

К настоящему времени процесс геокодирования хорошо исследован и реализован во многих программных продуктах, работающих в автономном режиме, а также онлайн-сервисах. Из последних наиболее известными являются общедоступные сервисы «Яндекс.Карты», Google.maps, OpenStreetMap и «ДубльГИС».

Алгоритм геокодирования достаточно сложен и может выступать отдельной темой для изучения, поэтому в рамках данного исследования нами использованы существующие онлайн-сервисы. Принимая во внимание, что ни один из программных продуктов, осуществляющих процесс геокодирования, не может быть совершенным, авторами статьи выбран синтез двух геосистем — «Яндекс.Карты» и «ДубльГИС» — с целью улучшения качества полученных результатов. Использование двух независимых сервисов позволило улучшить результаты геокодирования путем взаимоисключения недостатков систем.

Географические координаты, полученные с помощью двух геосистем, сравниваются для выявления неправильно определенного местоположения объектов недвижимости. Найденные ошибки обрабатываются вручную (по результатам эксперимента выявлено около 7 % ошибочных данных, из них 4 % содержали недостоверную информацию об адресе и были удалены) [6].

Другой задачей в процессе массовой оценки, где применен метод геокодирования, является выявление близлежащих объектов недвижимости.

Подбор объектов-аналогов (далее — ОА) производится среди соседних домов, однородных по качественным признакам с домом объекта оценки. Для этого предполагается, что жилой дом с совпадающими параметрами этажности и материалом стен является однородным по качественным признакам, причем год постройки максимально приближен к значению параметра дома объекта оценки.

На практике оценщик, руководствуясь собственными знаниями и опытом, определяет понятие близлежащего (соседнего) дома путем сравнения ряда индивидуальных показателей (например, удаленность от центральных магистралей, расстояние между зданиями и т.п.), относительно которых два здания считаются равноценными по своему местоположению. В процессе массовой оценки недвижимости невозможно предусмотреть индивидуально влияющие факторы стоимости для каждого объекта. Для решения указанной проблемы авторами предложено следующее решение: соседним домом принимается здание, равноудаленное от ближайшей остановки общественного транспорта, как и дом объекта оценки (далее — ОО).

Ввиду сложности получения официальных данных о расположении остановок общественного транспорта от государственных органов был рассмотрен вариант запроса необходимых сведений из открытых источников.

Координаты всех остановок в обоих направлениях в городе Омске получены путем обращения к сервису «Яндекс.Карты». Из-за ограничения в объеме выдаваемой информации сервисом «Яндекс. Карты» по одному запросу территория города была поделена сеткой координат с шагом 0,01°. Размер шага определялся из условия, что полученный ответ на сформированный запрос по одному квадрату укладывался в допустимые ограничения сервиса «Яндекс.Карты».

Поиск остановок осуществлялся с использованием сервиса «Яндекс.Карты» с помощью запроса:

http://psearch-maps.yandex.ru/1.x/?text=
="+utf8+"&key="индивидуальный код доступа
к сервису Яндекс.карта"=&results=250&ll=
"+str_x+","+str_y+"&spn="+str_step+","+str_step+"&
&rspn=1&kind=stop

Здесь str_x и str_y обозначают координаты верхнего левого угла квадрата сетки координат, а str_step — шаг сдвига.

Для выявления соседних зданий в данном исследовании предложен следующий алгоритм (рис. 1): методом кластеризации путем расчета минимального расстояния между каждой остановкой и зданием формируются кластеры, где одной остановке соответствует определенное число зданий; здания в одном кластере принимаются как близлежащие.

Здесь λ — это параметр, отражающий количество объектов-аналогов. По результатам ранее проведенного нами эксперимента выявлено, что наилучший результат стоимости объекта оценки достигался при $\lambda = 5$.

В заключение можно сделать вывод об эффективности применения метода геокодирования для решения ряда задач массовой оценки недвижимости. Ускорение обработки информации на этапе распознавания и идентификации позволило проводить переоценку объектов недвижимости в режиме реального времени.

Библиографический список

1. Захаров, А. В. Техника геокодирования в построении географически взвешенных регрессионных моделей при массовой оценке в условиях неопределенности и неоднородности исходных данных / А. В. Захаров, А. В. Харламов // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2010. — № 7. — С. 76—85.

2. Козочкина, Е. А. Особенности расчета кадастровой стоимости земель населенных пунктов (на примере Омской области) / Е. А. Козочкина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2012. — № 9. — С. 51—55.

3. Козочкина, Е. А. Создание новой концепции государственной кадастровой оценки объектов недвижимости / Е. А. Козочкина // Вестник Омского регионального института. — 2010. — № 2. — С. 88—90.

4. API геокодирования Google // Google Developers. — 2013. — 1 февраля [Электронный ресурс]. — URL: https://developers.google.com/maps/documentation/ geocoding/?hl=ru (дата обращения: 03.02.2014).

5. Геоинформатика / А. Д. Иванников [и др.]. — М., 2001. — 349 с.

6. Борис, Ф. Н. Вопросы автоматизации оценки объектов недвижимости / Ф. Н. Борис, Е. А. Козочкина // Теоретические знания — в практические дела : сб. материалов XIV Междунар. науч.-инновац. конф. студентов, аспирантов и молодых исследователей. — Омск, 2013. — Часть 2. — С. 14—15.

БОРИС Федор Николаевич, аспирант кафедры прикладной и вычислительной математики Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского; начальник отдела ИТ, холдинговая компания «Акция».
Адрес для переписки: fedorboris@mail.ru
МАХТ Владимир Адамович, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой кадастра и оценки недвижимости Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина (ОмГАУ).
Адрес для переписки: omgau_kadastr_ocenka@mail.ru
БОРИС Елена Александровна, аспирантка кафедры кадастра и оценки недвижимости ОмГАУ, ведущий специалист ООО «Земельный вопрос».
Адрес для переписки: kozochkina-elena@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 03.04.2014 г.
© Ф. Н. Борис, В. А. Махт, Е. А. Борис

Книжная полка

Андреева, Е. Г. Разработка и стандартизация программных средств : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / Е. Г. Андреева, А. М. Минитаева ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Излагаются общие вопросы стандартизации, правовых основ стандартизации, комментариев к ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 «Процессы жизненного цикла программных средств». Предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности 080801 «Прикладная информатика в экономике» и другим междисциплинарным специальностям.

Бадрызлов, В. А. Информационные технологии в экономике : учеб. электрон. изд. локального распространения : конспект лекций / В. А. Бадрызлов ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены вопросы обработки экономической информации с помощью современных информационных технологий. Показаны возможности использования информационных технологий на предприятии. Конспект лекций предназначен для студентов всех форм обучения по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии (машиностроение)» и бакалавров направления 080100 «Экономика».

Гуменюк, А. С. Прикладная теория информации. Организация информирования : учеб. электрон. изд. локального распространения : конспект лекций / А. С. Гуменюк ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены общие вопросы формальной организации информации приемника сообщений, а также, теория и практика организации правильного информирования (трансинформирование), информирования с искажениями (псевдоинформирование и дезинформирование), в технических (в том числе компьютерных), человеко-машинных и социальных системах. Блоки лекционного материала разбиты на разделы по видам информирования и завершаются контрольными вопросами и заданиями для самопроверки. Конспект лекций предназначен студентам дистанционной и очной форм обучения по направлениям 230100 и 230101.

УДК 004:658.512:519.87

М. А. ИВАЩЕНКО
А. Б. КОРОБОВА

Омский государственный институт сервиса

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СОВМЕЩЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ

В статье рассматриваются перспективы построения конструкций на фигуры девушек-подростков, формирование математической модели для вычисления оптимального совмещения конструкций изделия брюк.

Ключевые слова: построение универсальной конструкции, автоматизированное проектирование, оптимальное совмещение, трехмерная визуализация.

Введение. Развитие швейной промышленности неотделимо от высоких технологий. Совсем недавно системы автоматизированного проектирования (в дальнейшем САПР) одежды считались последним словом науки и техники в сфере швейной промышленности, однако большинство САПР ориентированы только на фигуры типового телосложения [1]. В результате отмечается трудность поиска изделий, отвечающих внешнему облику конкретного потребителя, поэтому все более актуальной становится новая волна развития информационных технологий, а в частности системы, совмещающие в себе проектирование конструкций на индивидуального потребителя с промышленным изготовлением.

Одежда является неотъемлемой частью облика человека, в частности девушки-подростка, так как именно она помогает ей в самовыражении. Рационально сконструированная, красивая, комфортная одежда оказывает влияние на ее поведение, психическое состояние, прививает эстетический вкус к культуре ношения одежды, воспитывает аккуратность. Одним из необходимых условий высокого качества одежды является ее соответствие размерам и форме тела.

Проектирование подростковой одежды — это трудоемкий и специфический процесс, представляющий собой более сложную задачу, чем проектирование женской или мужской одежды. Процесс проектирования одежды все чаще дополняют средствами работы не только с плоскими, но и пространственными объектами.

Совершенствование методики проектирования поясной одежды. Качество посадки изделия на фигуре в первую очередь зависит от степени соответствия конструкции изделия форме одеваемой поверхности. Каждая из известных и запатентованных методик конструирования предлагает свой вариант использования информации для проектирования поясной одежды. Многие существующие методики проектирования поясных изделий в качестве исходных данных используют размерные признаки, которых зачастую недостаточно для получения точной конструкции.

Недостаток информации о фигуре часто приводит к возникновению неисправимых дефектов в изделии. Соответствие участков конструкции участкам фигуры зачастую не позволяет использовать, для проектирования поясных изделий на индивидуальные фигуры, расчетные формулы и значения принятые для типовых фигур.

Создание оптимальной методики конструирования поясных изделий возможно путем объединения наилучших расчетов отдельных участков конструкции из многообразия существующих систем проектирования [2]. Для создания оптимальной методики конструирования поясных изделий был проведен анализ существующих методик, по которым были построены чертежи конструкций брюк в ручном и автоматизированном режимах и проведен анализ макетов изделий, который показал, что все методики не исключают возникновения дефектов изделия.

Для объективной оценки примерки поясных изделий по различным методикам конструирования была проведена экспертная оценка, согласно результатам которой основными дефектами признаны неточность снятия размерных признаков, увеличенные длины задних вытачек, нехватка ширины шага передней половинки брюк, нарушения, вызванные нерациональным распределением растворов вытачек. На основании полученных данных была разработана новая методика, включающая в себя наилучшие расчеты участков конструкции проанализированных методик, угловыми измерениями контуров фигуры и полученными с фотографического изображения дополнительных размерных характеристик.

Математическая модель оптимизации совмещения конструкций изделия. Для проведения сравнительного анализа конструкций поясных изделий, в частности брюк, и вычисления оптимального совмещения двух конструкций (конструкция построенная на типовую фигуру и конструкция построенная на фигуру с индивидуальными особенностями)

необходимо ввести ключевые точки, используемые для построения, а также необходимо выбрать такое смещение одной конструкции относительно другой, чтобы минимизировать относительные смещения соответствующих точек двух конструкций по горизонтали и вертикали. Так как конструкции брюк характерна вытянутость по одной из осей, повороты конструкций относительно друг друга рассматривать нецелесообразно.

Пусть заданы два набора точек $P=\{P_1, P_2, P_3, ..., P_n\}$ и $Q=\{Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_n\}$ и предельные отклонения по горизонтали $\{dx_1, dx_2, dx_3, ..., dx_n\}$ и вертикали $\{dy_1, dy_2, dy_3, ..., dy_n\}$, тогда эти два набора точек могут быть совмещены сдвигом при условии, что две следующие системы имеют решения относительно неизвестных X_{QP} и Y_{QP} смещения набора точек Q относительно набора точек P:

$$\begin{cases} |P_{1x}-Q_{1x}-X_{QP}|\le dx_1 \\ |P_{2x}-Q_{2x}-X_{QP}|\le dx_2 \\ ... \\ |P_{nx}-Q_{nx}-X_{QP}|\le dx_n \end{cases} \quad (1)$$

и

$$\begin{cases} |P_{1y}-Q_{1y}-Y_{QP}|\le dy_1 \\ |P_{2y}-Q_{2y}-Y_{QP}|\le dy_2 \\ ... \\ |P_{ny}-Q_{ny}-Y_{QP}|\le dy_n \end{cases}. \quad (2)$$

Преобразуя систему 1, получаем:

$$\begin{cases} -dx_1\le P_{1x}-Q_{1x}-X_{QP}\le dx_1 \\ -dx_2\le P_{2x}-Q_{2x}-X_{QP}\le dx_2 \\ ... \\ -dx_n\le P_{nx}-Q_{nx}-X_{QP}\le dx_n \end{cases},$$

$$\begin{cases} P_{1x}-Q_{1x}-dx_1\le X_{QP}\le dx_1+P_{1x}-Q_{1x} \\ P_{2x}-Q_{2x}-dx_2\le X_{QP}\le dx_2+P_{2x}-Q_{2x} \\ ... \\ P_{nx}-Q_{nx}-dx_n\le X_{QP}\le dx_n+P_{nx}-Q_{nx} \end{cases},$$

$$\max_{0<i\le n}(P_{ix}-Q_{ix}-dx_i)\le X_{QP}\le \min_{0<i\le n}(P_{ix}-Q_{ix}-dx_i), \quad (3)$$

Аналогично для системы 2:

$$\max_{0<i\le n}(P_{iy}-Q_{iy}-dy_i)\le Y_{QP}\le \min_{0<i\le n}(P_{iy}-Q_{iy}-dy_i). \quad (4)$$

Из чего видно, что системы имеют решения, только если:

$$\begin{cases} \max_{0<i\le n}(P_{ix}-Q_{ix}-dx_i)\le X_{QP}\le \min_{0<i\le n}(P_{ix}-Q_{ix}-dx_i) \\ \max_{0<i\le n}(P_{iy}-Q_{iy}-dy_i)\le X_{QP}\le \min_{0<i\le n}(P_{iy}-Q_{iy}-dy_i) \end{cases}. \quad (5)$$

В случае, если системы имеют решения, область решений представляет собой отрезок, расположенный на числовой прямой. Для нахождения оптимального решения примем дополнительное ограничение, в виде минимизации суммарного относительного смещения точек:

$$\sum_{0<i\le n}\frac{|P_{ix}-Q_{ix}-X_{QP}|}{dx_i}\to\min, \quad (6)$$

$$\sum_{0<i\le n}\frac{|P_{iy}-Q_{iy}-Y_{QP}|}{dy_i}\to\min. \quad (7)$$

Для нахождения минимума из формулы (6) вычислим производную:

$$\left(\sum_{0<i\le n}\frac{|P_{ix}-Q_{ix}-X_{QP}|}{dx_i}\right)=\sum_{0<i\le n}\frac{\operatorname{sgn}(X_{QP}-P_{ix}-Q_{ix})}{dx_i}. \quad (8)$$

Так как все слагаемые формулы (8) являются константными функциями за исключением одной точки, то и данная формула является константной на интервалах ограниченных точками $x_i=P_{ix}-Q_{ix}$.

Заметим, что производная (8) — является возрастающей функцией, так как при переходе через точку $x_i=P_{ix}-Q_{ix}$ ровно одно слагаемое меняет знак с отрицательного на положительное. Можно утверждать, что формула (6) имеет минимум в точке, где производная (8) меняет знак.

Пусть данная точка имеет индекс j, т.е. $x_j=P_{jx}-Q_{jx}$, тогда справедливо:

$$\begin{cases} \sum_{0<i\le n}\frac{\operatorname{sgn}(P_{jx}-Q_{jx}-P_{ix}-Q_{ix})}{dx_i}-\frac{1}{dx_j}\le 0 \\ \sum_{0<i\le n}\frac{\operatorname{sgn}(P_{jx}-Q_{jx}-P_{ix}-Q_{ix})}{dx_i}-\frac{1}{dx_j}\ge 0 \end{cases}. \quad (9)$$

Аналогично для формулы (7), точки минимума фун-ции в данной формуле (7) — $y_j=P_{jy}-Q_{jy}$ выполнено:

$$\begin{cases} \sum_{0<i\le n}\frac{\operatorname{sgn}(P_{jy}-Q_{jy}-P_{iy}-Q_{iy})}{dy_i}-\frac{1}{dy_j}\le 0 \\ \sum_{0<i\le n}\frac{\operatorname{sgn}(P_{jy}-Q_{jy}-P_{iy}-Q_{iy})}{dy_i}-\frac{1}{dy_j}\ge 0 \end{cases}. \quad (10)$$

В случае, если точка минимума формулы (6) — $x_j=P_{jx}-Q_j$ не лежит в отрезке решений формулы (3), то на отрезке решений функция будет минимальна на границе отрезка наименее удаленной от точки x_j, так как функция формулы (6) выпуклая вниз (т.е. ее производная возрастающая функция). Аналогичные рассуждения справедливы и для оптимального решения системы (2).

Таким образом, для подтверждения возможности совмещения двух и более конструкций необходимо убедиться, что их контуры лежат в допустимых пределах относительно друг друга.

Заключение. В результате выявлена возможность создания универсальной конструкции поясной одежды, для визуализации ее в трехмерном пространстве, что, безусловно, является актуальной задачей и находит применение в системах автоматизации проектирования легкой промышленности.

Расчет количественных характеристик позволит проработать модельно-конструктивные особенности поясного изделия с учетом контуров индивидуальной фигуры человека, в частности девушки-подростка. Средства работы с пространственными объектами, позволяют решать задачи трехмерного проектирования и моделирования одежды с учетом особенностей фигуры девушки-подростка.

Благодаря этому возможно избавиться от трудоемкого и малопроизводительного макетирования, в частности поясных изделий, сократить количество примерок, проработать модельные особенности де-

талей конструкции поясной одежды и визуализировать поясное изделие на индивидуальную фигуру.

Разработка обобщенного алгоритма измерения фигуры человека, проектирование и виртуальная примерка поясной одежды с использованием цветовой визуализации графического образа изделия нашли отражение в написанной авторами монографии [3].

Библиографический список

1. Бескоровайная, Г. П. Конструирование одежды для индивидуального потребителя / Г. П. Бескоровайная. — М. : Академия, 2005. — 120 с.

2. Жбанникова, М. А. Общие концепции и модули программного продукта для снятия размерных признаков особенностей фигуры девушек-подростков в автоматизированном режиме / М. А. Жбанникова, А. Б. Коробова, А. Г. Бурцев // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. — 2011. — № 2 (100). — С. 200—204. — ISSN 1813-8225.

3. Иващенко, М. А. Автоматизация процесса Виртуальной примерки на трехмерную модель фигуры человека на этапе проектирования / М. А. Иващенко, А. Б. Коробова. А. Г. Бурцев. — Омск : Омский гос. ин-т сервиса, 2013. — 144 с.

ИВАЩЕНКО Мария Алексеевна, аспирантка кафедры конструирования швейных изделий.
КОРОБОВА Антонина Брониславовна, кандидат технических наук, профессор (Россия), декан художественно-технологического факультета, профессор кафедры конструирования швейных изделий.
Адрес для переписки: Mazyanya@gmail.com

Статья поступила в редакцию 17.02.2014 г.
© М. А. Иващенко, А. Б. Коробова

УДК 004.421-24-443.5

М. А. ИВАЩЕНКО
А. Б. КОРОБОВА
А. Г. БУРЦЕВ

Омский государственный институт сервиса

Научно-технический центр «Станкоинформзащита»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ПРИМЕРКИ ПОЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РЕЖИМЕ

В статье рассмотрены перспективы использования трехмерного проектирования, общие концепции и принципы работы программного продукта для проведения виртуальной примерки поясных изделий в автоматизированном режиме.

Ключевые слова: преобразование технических чертежей, построение конструкции, автоматизированное проектирование, проведение виртуальной примерки, библиотеки элементов интерфейса GTK.

Введение. В настоящее время современное автоматизированное проектирование (в дальнейшем САПР) активно занимает позиции в швейной промышленности и является наиболее интересной областью исследования в последние несколько лет. Процесс конструирования моделей одежды высокоспециализирован и сочетает в себе дизайнерское творчество, знание технологии, материаловедение. Созданы и применяются средства и методы, обеспечивающие автоматизацию процедур и операций, таких как преобразование технических чертежей, построение графических изображений, проведение примерок.

В развитии трехмерного проектирования можно выделить отдельные области исследования которые являются ключевыми и внесли большой вклад в развитие системы. Система проектирования с использованием цветовой визуализации дефектов поясного изделия, разработка определенной формы тела имеет огромный потенциал как в индивидуальном, так и вмассовом производстве. Возможность конструктора скорректировать изделие с трехмерным представлением фигуры клиента, а также использование стандартных манекенов для выполнения опытных образцов, оценки пропорций и баланса изделий является актуальным направлением в настоящее время.

1. Построение виртуального манекена с учетом индивидуальных особенностей фигуры. Процесс проектирования одежды все чаще дополняют средствами работы не только с плоскими, но и с пространственными объектами, что позволяет решать задачи трехмерного проектирования и моделирования одежды на фигуру человека.

Основная идея заключается в создании методики визуализации поясного изделия при виртуальной примерке на манекене с индивидуальными особенностями фигуры, для выявления причин возникновения дефектов в поясной одежде и возможность их устранения.

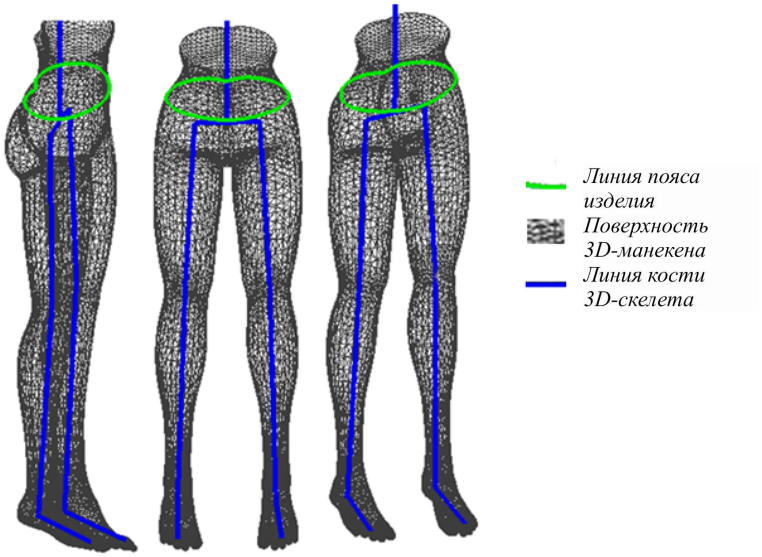

Рис. 1. Представление 3D-модели манекена в программе «Виртуоз LSM: 3D-примерка», с указанием костей и линии пояса изделия:
а — вид манекена справа; б — вид манекена спереди; в — вид манекена в полупрофиль

Поверхность тела человека представляет собой сложную незакономерную поверхность, которая нестабильна и зависит от многих изменчивых факторов. Геометрическая модель объекта должна быть его аналогом и повторять те его свойства и их взаимодействия, которые необходимы для изучения объекта, а именно для получения размерных характеристик тела человека и построения поверхности, которая станет базовой моделью [1].

В основу создания базового манекена для поясных изделий была положена скелетная анимация. *Скелетная анимация* — это способ анимирования трёхмерных моделей в мультипликации и компьютерных играх. Она заключается в том, что мультипликатор создаёт скелет, представляющий собой, как правило, древообразную структуру костей, в которой каждая последующая кость «привязана» к предыдущей, то есть повторяет за ней движения и повороты с учётом иерархии в скелете. Иерархией в скелете называется система объектов, в которой одни объекты своим расположением в пространстве влияют на расположение других объектов [2–4]. Таким образом, 3D-скелет описывает иерархию трансформаций объекта; сами объекты называют костями. Скелет можно определить как совокупность костей. В работе авторы используют скелетную трансформацию для построения манекена фигуры человека с индивидуальными особенностями, в частности девушки-подростка [5, с. 78–79].

В основе манекена лежит «скелет», названный так из-за схожести со скелетом человека, но, в отличие от скелета человека, «скелет» 3D-модели не является физической основой «тела» и поэтому может не совпадать по расположению и составу со скелетом человека. После трансформации скелета виртуального манекена необходимо провести расчет его поверхности. Поверхность манекена задается полигональной моделью с заданием ориентации ее полигона для задания внутренней и внешней сторон поверхности, а для уточнения формы поверхности нижних конечностей манекена используется метод сжатия/расширения конечностей относительно «кости».

2. Проведение виртуальной примерки поясного изделия на 3D-манекене. На сегодняшний день многие предприятия используют программное обеспечение для построения поясных и плечевых изделий, однако изготовление до сих пор остается достаточно трудоемким процессом. Требуется производить несколько примерок изделия на фигуре человека, поскольку существующие на сегодняшний день манекены рассчитаны на типовые фигуры и не могут учесть всех особенностей фигуры. Для примерки конструкции на манекене необходимо произвести совмещение манекена и конструкции по уровню пояса на манекене и конструкции (рис. 1).

После расположения пояса конструкции на манекене производится «одевание» манекена в конструкцию по следующему алгоритму:

1. Выбираются еще не размещенные узлы конструкции на манекене, связанные одним или более ребрами, с уже размещенными узлами.

2. Положение выбранных узлов определяется с учетом физических особенностей ребер и поверхности манекена (узлы размещаются в пространстве по вычисленным координатам).

3. Для всех размещенных узлов вычисляются длины ребер и их растяжение (сжатие) относительно исходного состояния.

4. Для всех размещенных узлов вычисляются силы, действующие на каждый узел исходя из их взаимного расположения относительно друг друга и манекена.

5. Производится смещение узлов в соответствии с приложенными силами.

6. Шаги 3–6 повторяются заданное число раз; в ходе экспериментов установлено, что повторение шагов 100 раз является оптимальным для достижения приемлемой точности за минимальное время.

7. Шаги 1–6 алгоритма повторяются, пока остаются неразмещенные узлы. После размещения поясного изделия на манекене производится итерационный алгоритм вычисления равновесного расположения ткани изделия.

Алгоритм вычисления равновесного состояния ткани изделия на манекене:

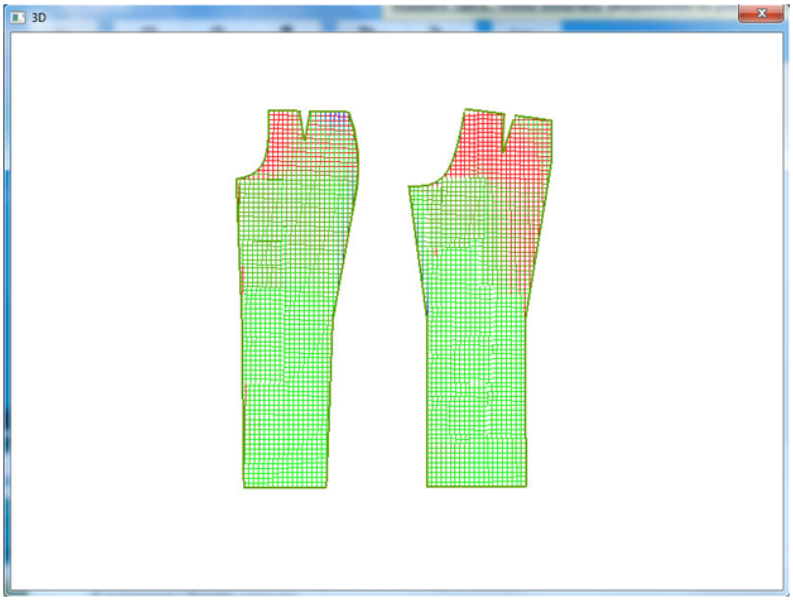

Рис. 2. Графическое изображение дефекта поясного изделия в программе «Виртуоз – LSM: 3D-примерка»

1. Вычисляются длины ребер и их растяжение (сжатие) относительно исходного состояния.

2. Вычисляются силы, действующие на каждый узел, исходя из положения узлов относительно друг друга и манекена.

3. Находится наибольшая сила из всех действующих на узлы. Если она меньше заданного значения, то алгоритм завершается.

4. Узлы сдвигаются в соответствии с вычисленными ускорениями узлов.

5. Алгоритм повторяется сначала.

В процессе вычисления равновесного состояния ткани узлы конструкции перемещаются в пространстве, занимая положение, соответствующее поясному изделию на фигуре человека [5, с. 100–103].

В результате вычисления равновесного расположения конструкции на манекене получается дополнительная информация о расположении и степени растянутости (сжатии) ребер конструкции. Информация о растяжении (сжатии) ребер конструкции и их расположении относительно друг друга позволяет оценить дефекты посадки конструкции.

3. Визуализация 2D-деталей конструкции с учетом особенностей посадки. После «примерки» конструкции виртуального изделия модель представляется в виде составляющих двухмерных деталей с аналогичным цветовым кодированием растянутых (сжатых) ребер. При примерке 3D-изделия координаты каждого узла сетки детали одновременно хранятся в двухмерном пространстве исходной детали и в трехмерном пространстве, связанном с манекеном. При этом в двухмерном пространстве узлы сетки не перемещаются в процессе примерки, что позволяет восстановить исходный вид плоской детали, а положение узлов в трехмерном пространстве позволяет визуализировать особенности ее посадки на манекен с использованием цветового кодирования.

На рис. 2 представлено графическое изображение дефектов посадки поясного изделия, напряженные горизонтальные складки по переднему шву брюк и наклонные складки на боковых швах брюк, с использованием программного продукта «Виртуоз – LSM: 3D-примерка».

Человеческий глаз вполне может различать десятки миллионов цветовых оттенков. Способ цветового кодирования зрительной информации заключен в цвете кодового знака. Цветовой контраст эффективно применяется только при освещении белым цветом, поскольку видимый цвет зависит от общего освещения. При выборе цветового алфавита следует учитывать также привычные ассоциации, которые сложились у человека в процессе его жизни. Например, красный цвет обычно ассоциируется с опасностью, неисправностью, неготовностью к работе, зеленый — со спокойной обстановкой, нормальным ходом событий, желтый — с необходимостью получения предупреждения [6]. Данный выбор цветового алфавита, на основе выше предложенных ассоциаций, лег в основу цветового кодирования в программном комплексе «Виртуоз – LSM».

4. Принцип работы разработанного программного комплекса «Виртуоз – LSM». Разработанный авторами программный комплекс «Виртуоз – LSM», может быть использован на двух платформах Linux (Линукс) и Windows (Виндовс). Данный программный продукт выполнен на языке программирования Си с использованием библиотеки элементов интерфейса GTK (ЖТК).

Программный комплекс содержит в себе 4 программы, которые могут использоваться как отдельно, так и вместе, тем самым дополняя друг друга. Использование *программного продукта «Виртуоз – LSM: Измерение»* (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616176 от 05 августа 2011 г.) возможно в двух режимах: создание проекта и измерение. В режиме создания проекта пользователь (конструктор) подготавливает материалы для проведения измерений; в режиме измерения пользователь использует готовый проект, подготовленный в режиме создания, и проводит измерения по набору загруженных фотографий, полученных с использованием метода фотограмметрии.

Программа «Виртуоз – LSM: Абрис» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619191 от 11 октября 2012 г.) позволяет получать абрис (контур) фигуры человека по ее фотографиям. Для более детального анализа особенностей

фигуры человека при рассмотрении нижних конечностей введены три зоны, разделенные на семь дополнительных участков. Принцип деления на участки связан с концентрацией индивидуальных особенностей фигуры человека на местах их расположения. Деление на участки производится в автоматическом и полуавтоматическом режиме.

Программа «Виртуоз — LSM: Проектирование» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619192 от 11 октября 2012 г.) позволяет получать лекала конструкции поясного изделия на фигуру человека с индивидуальными особенностями и состоит из трех этапов. Конструкция поясного изделия строится по алгоритму, заложенному в программу или введенному пользователем (конструктором одежды).

Программа «Виртуоз — LSM: 3D-примерка» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619193 от 11 октября 2012 г.) предназначена для проведения виртуальной примерки поясного изделия на индивидуальную фигуру человека и состоит из четырех этапов.

На первом этапе в программе производится корректировка вложенного в программу трехмерного манекена с учетом индивидуальных особенностей фигуры человека.

На втором этапе детали поясного изделия «сшиваются по швам» и полученная конструкция, представляющая собой 3D-модель поясного изделия (в виде сетки с ребрами), «надевается» на 3D-манекен фигуры человека. При «надевании» 3D-модели поясного изделия на 3D-манекен фигуры человека ребра сетки окрашиваются в оттенки от зеленого до красного и от зеленого до синего.

На третьем этапе вычисляется равновесное состояние ткани поясного изделия по заложенному в программу алгоритму.

На четвертом этапе виртуальная модель конструкции поясной одежды с посадкой на индивидуальный манекен выводится на экран. После «примерки» 3D-модели поясного изделия на 3D-манекен с индивидуальными особенностями фигуры человека 3D-модель поясного изделия раскладывается на составляющие двухмерные конструкции с цветовым представлением растянутых или сжатых областей. По результатам виртуальной примерки пользователь (конструктор одежды) может внести в конструкцию поясного изделия коррективы, призванные минимизировать натяжение ткани изделия в проблемных областях.

Заключение. Современные средства компьютерной графики позволяют решить множество задач моделирования изделий. Разработанный комплекс программ является одним из возможных вариантов, который имеет большие перспективы развития.

На сегодняшний день многие предприятия Омска и Омской области используют программное обеспечение для построения поясных и плечевых изделий, однако изготовление до сих пор остается достаточно трудоемким процессом. Требуется производить несколько примерок изделия на фигуре человека, поскольку существующие на сегодняшний день манекены рассчитаны на типовые фигуры и не могут учесть всех особенностей фигуры. Использование систем виртуальной примерки на 3D-манекене откроет новые возможности для проектирования и моделирования одежды. Использование цветового кодирования позволит конструктору избавиться от дополнительных примерок изделия на фигуре человека и проверить правильность своих решений с помощью программного комплекса.

В настоящее время для любого производителя одежды компьютерное проектирование выгоднее ручного. Поэтому использование предложенного программного продукта снизит затраты времени на измерение фигуры, облегчит труд конструктора, ускорит процесс проектирования, примерки и разработки модельного ряда, повысит наглядность и эффективность работы.

Дальнейшая модернизация программного комплекса позволит получать визуальное представление дефектов поясных изделий не только в статике, но и в динамике.

Библиографический список

1. Балжирсурэн, Г. Автоматизация проектирования нестандартных компьютерных манекенов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12 / Ганцэцэг Балжирсурэн. — Омск : СибАДИ, 2009. — 178 с.

2. Скелетная анимация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://unmail22.narod.ru/Books/3D_XNA4/9.7.html (дата обращения: 09.01.2012).

3. Скелетная анимация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://wat.gamedev.ru/articles/SkelAnim1?page=2 (дата обращения: 09.01.2012).

4. Цветовое кодирование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://vocabulary.ru/dictionary/896/word/cvetovoe-kodirovanie (дата обращения: 29.04.2012).

5. Иващенко, М. А. Автоматизация процесса Виртуальной примерки на трехмерную модель фигуры человека на этапе проектирования / М. А. Иващенко, А. Б. Коробова. А. Г. Бурцев. — Омск : Омский гос. ин-т сервиса, 2013. — 144 с.

6. 3D-манекен человека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://steps3d.narod.ru/tutorials/skeletal-animation-tutorial.html (дата обращения: 18.01.2012).

ИВАЩЕНКО Мария Алексеевна, аспирантка кафедры конструирования швейных изделий Омского государственного института сервиса (ОГИС).
КОРОБОВА Антонина Брониславовна, кандидат технических наук, профессор (Россия), декан художественно-технологического факультета, профессор кафедры конструирования швейных изделий ОГИС.
БУРЦЕВ Александр Геннадьевич, директор департамента автоматизированных систем управления технологическими процессами в ЗАО «Научно-технический центр "Станкоинформзащита"».
Адрес для переписки: Mazyanya@gmail.com

Статья поступила в редакцию 17.02.2014 г.
© М. А. Иващенко, А. Б. Коробова, А. Г. Бурцев

УДК 004.41

М. А. ПРИЛЕПКО

Омский государственный технический университет

МОДЕЛЬ СОЗДАНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ NETWORK LAB

В статье представлена актуальность использования виртуальных тренажеров в связи с развитием информационных технологий в сфере образования, применения виртуальных лабораторных практикумов в дистанционном образовании с целью повышения его эффективности. Дано описание модели построения виртуальных лабораторных работ в системе автоматизации проектирования виртуальных тренажеров Network Lab, а также модели их выполнения в режиме тренажера.

Ключевые слова: виртуальный тренажер, система автоматизации проектирования, локальная вычислительная сеть, дистанционное образование, Network Lab, модель.

Интенсивное развитие аппаратных и программных средств компьютеризации и связанное с ним распространение информационных технологий в различных областях жизни позволяют все более широко применять компьютерные системы в образовательном процессе.

Подготовка высококвалифицированных кадров — одна из основных задач системы образования. Пути развития системы образования тесно связаны с тенденциями современного этапа общественного развития. Принципы открытости и непрерывности становятся основополагающими принципами развития образования. Процесс информатизации общества, внедрение новых информационных технологий во все сферы деятельности отражается на изменениях, происходящих в системе подготовки инженерных кадров [1].

Сфера образования существенно пересекается в информационном обществе с экономической сферой жизни общества, а образовательная деятельность становится важнейшим компонентом его экономического развития. Таким образом, на современном этапе развития системы образования появляется необходимость внедрения новых образовательных технологий, обеспечивающих повышение результативности образовательного процесса. Одной из таких технологий является дистанционное обучение как совокупность методов, при которых взаимодействие обучающегося и преподавателя осуществляется независимо от места их нахождения с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, виртуальных тренажеров и лабораторных практикумов, видеоконференций и вебинаров [2].

Технологические виртуальные тренажеры предназначены для применения в первую очередь в учебных программах подготовки технических специалистов. Их целью является отработка базовых навыков работы с технологическим оборудованием.

В технических вузах получение студентами практических навыков в области информационно-коммуникационных систем иногда затруднено тем, что студент не имеет возможности отрабатывать те или иные практические задания в связи с отсутствием оборудования для построения локальных вычислительных сетей. Решением данной проблемы является использование в учебном процессе виртуальных тренажеров. Однако систем для создания таких тренажеров в области сетевых технологий в настоящее время мало, многие из них специализируются на изучении сетевого оборудования определенной компании или являются дорогостоящими. Поэтому разработка систем автоматизации проектирования виртуальных тренажеров по изучению общих принципов создания сетей и работы сетевого оборудования является актуальной задачей и имеет практическую значимость для внедрения современных технологий при дистанционной подготовке специалистов.

Курс обучения сетевым технологиям включает в себя такие разделы, как построение локальных вычислительных сетей с использованием коммутаторов, построение беспроводных сетей, использование принт-сервера в локальной сети, построение локальных сетей с использованием маршрутизатора.

Разработанная система автоматизации проектирования виртуальных тренажеров Network Lab предназначена для создания и проведения виртуальных лабораторных работ по проектированию и проверке настроек реальных локальных вычислительных сетей, организации подсетей в выделенном адресном пространстве для группы направлений подготовки специалистов в области информационных технологий [3].

Использование системы автоматизации проектирования виртуальных тренажеров Network Lab позволяет заменить работу с реальным сетевым оборудованием аналогичными компонентами программы. Виртуальный тренажер также может использоваться в учебном процессе при дистанционном обучении, во внеучебное время для повышения уровня профессиональных знаний и в подготовке к практическим занятиям в учебном заведении.

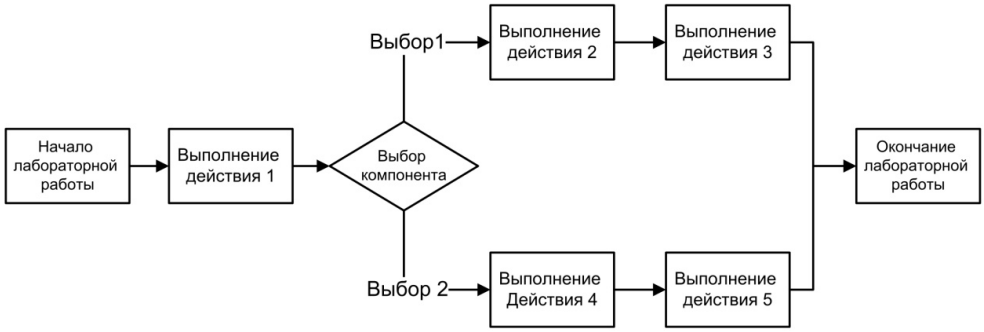

Рис. 1. Схема алгоритма формирования лабораторной работы

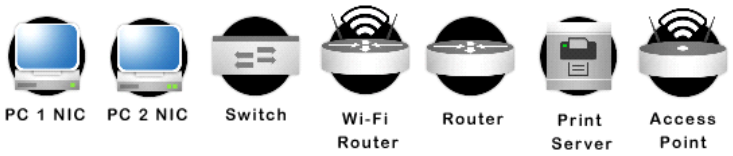

Рис. 2. Графические компоненты Network Lab

Виртуальная лабораторная работа представляет собой определенную последовательность действий, которую обучаемый должен осуществить при помощи настройки компонентов и организации связей между ними. Детерминированность последовательности действий зависит от ограничений вводимых преподавателем при создании проекта виртуальной лабораторной работы, но в итоге все варианты можно свести к совокупности отдельных алгоритмов работы, представленных на рис. 1.

Виртуальная лабораторная работа создается преподавателем и может содержать различное количество шагов, которые он указывает в прикрепляемом задании к конкретной виртуальной лабораторной работе. Для получения положительной оценки по результатам выполнения лабораторной работы студенту необходимо пройти все шаги от начала и до конца. Шаг в рамках лабораторной работы определён как некоторая последовательность действий, которую пользователь должен выполнить, чтобы можно было приступить к следующему шагу. Шаг представляет собой выбор, соединение компонентов заданной топологии и настройка их таким образом, чтобы определенные узлы были доступны друг для друга. Для выполнения действий студент может выбирать различные компоненты (если требуется по заданию), а также задавать связи — список компонентов и связей постоянен в течение всей лабораторной работы. Каждый компонент и тип связи имеет своё графическое представление (рис. 2). После выбора компонентов и соединения их связями можно проводить их настройку и проверять доступность узлов с помощью командной строки [4].

Модель построения виртуальной лабораторной работы можно представить в виде итерационного процесса, изображенного на рис. 3. На этом этапе преподаватель может предоставлять как готовую топологию сети, так и прописывать возможность добавления новых компонентов. Это касается связей и предварительных настроек компонентов, которые могут отсутствовать или быть неверными (рис. 4).

После создания набора компонентов преподаватель прикрепляет к виртуальной лабораторной работе текст задания, в котором может содержаться краткая теория в виде текста или изображения для

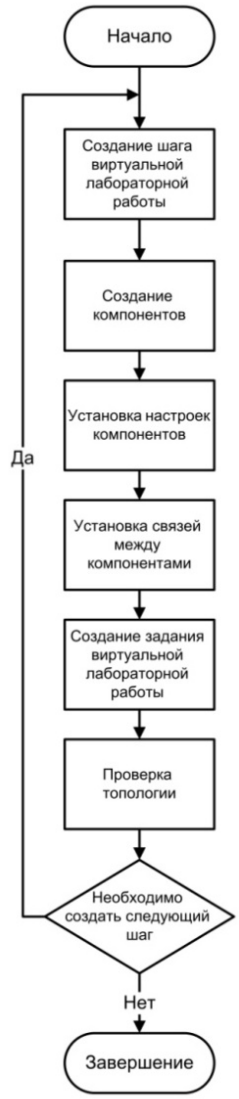

Рис. 3. Схема построения виртуальной лабораторной работы

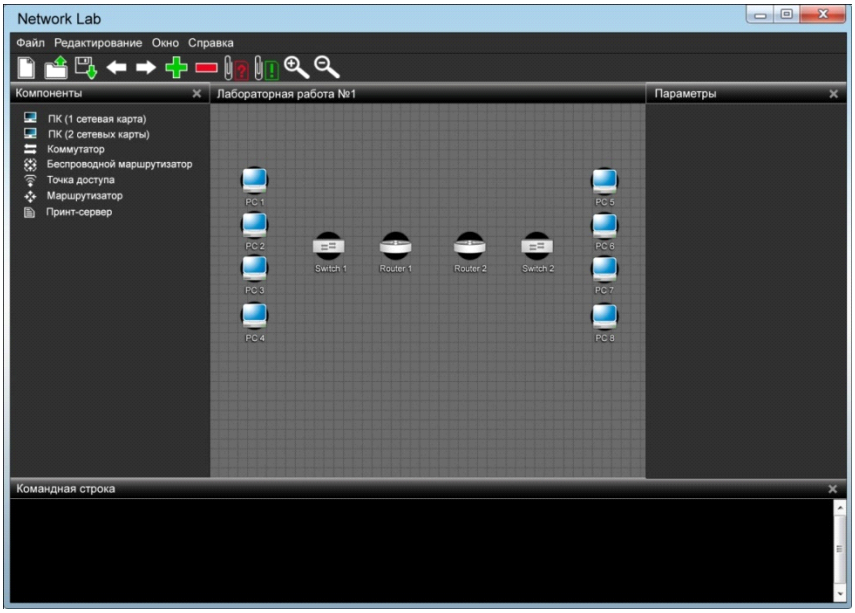

Рис. 4. Окно программы Network Lab с созданной топологией сети для выполнения лабораторной работы

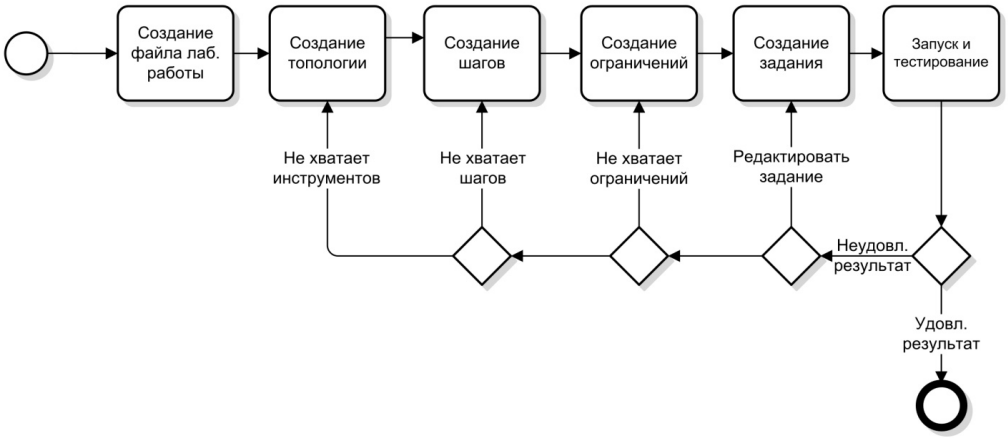

Рис. 5. Диаграмма процесса создания виртуальной лабораторной работы при помощи редактора Network Lab

более наглядного ознакомления студента с целью работы.

Результатом работы системы автоматизации проектирования виртуальных тренажеров является формирование файла скомпилированной лабораторной работы, которая включает в себя:

1) текстовое описание теоретического материала, этапы лабораторной работы;

2) графические файлы, прикрепляемые к тексту;

3) набор компонентов сети;

4) набор связей между компонентами.

Система автоматизации проектирования Network Lab состоит из двух подсистем: редактора виртуальных тренажеров и тренажера, общий процесс взаимодействия которых включает в себя несколько шагов, представленных на рис. 5.

При создании лабораторной работы в редакторе указывается ее структура, подготавливаются все необходимые ресурсы, а уже после этого данные записываются в файл, который в дальнейшем воспроизводится тренажером.

Отделение редактора от тренажера позволяет использовать одну и ту же среду исполнения, как во время разработки новых лабораторных работ, так и во время их эксплуатации в учебном процессе.

Итеративность процесса позволяет видеть результат поэтапно, а не только после наполнения тренажера всеми данными лабораторной работы, что сокращает время на доводку всех исходных сведений.

Модель обучения с использованием созданного виртуального тренажера можно представить в виде процесса, показанного на рис. 6 [5].

Порядок выполнения виртуальной лабораторной работы включает в себя следующие этапы:

1) запуск виртуальной лабораторной работы;

2) выбор компонента сети;

3) создание связей между компонентами;

4) проверка доступности узлов сети;

5) переход к очередному шагу виртуальной лабораторной работы (в случае успешного прохождения текущего шага виртуальной лабораторной работы);

6) выбор нового компонента из списка и повторение этапа 3.

При правильной настройке компонентов сети связи между ними будут окрашиваться в зеленый цвет, при неверной — в красный, без проверки — остаются серыми (рис. 7).

Во время выполнения лабораторной работы ведется запись журнала истории всех действий пользователя, а также время выполнения данной работы.

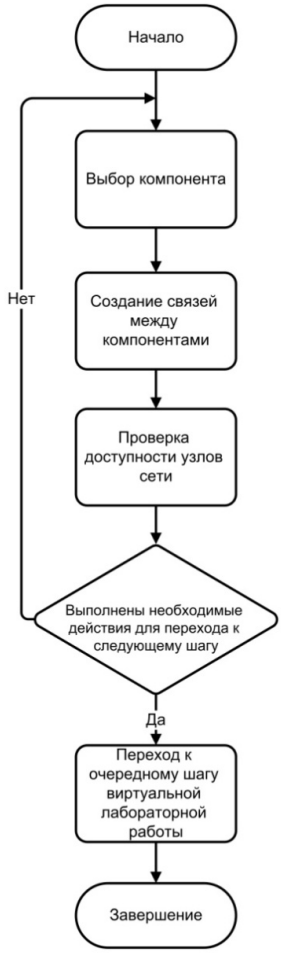

Рис. 6. Модель выполнения виртуальной лабораторной работы

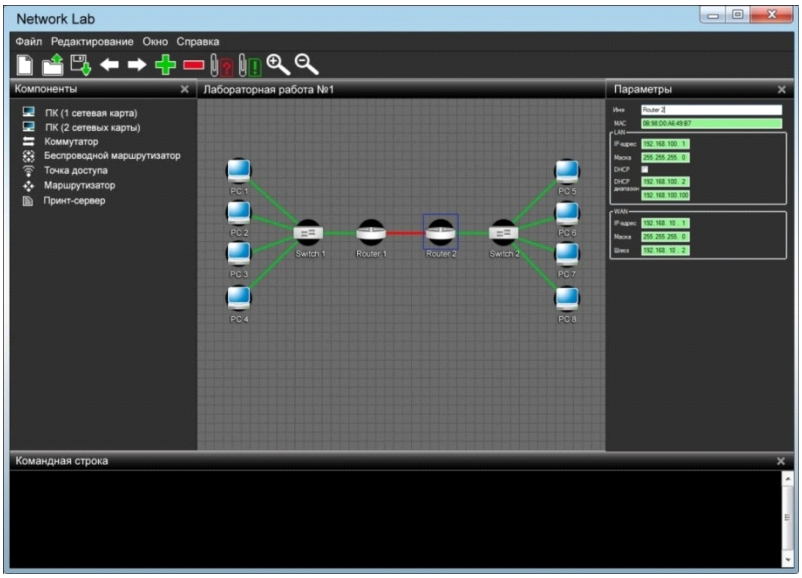

Рис. 7. Окно программы Network Lab в режиме тренажера

Запись действий пользователя предназначена для более детального изучения полученных навыков при оценивании преподавателем результатов выполнения виртуальной лабораторной работы.

Таким образом, использование системы автоматизации проектирования виртуальных тренажеров Network Lab позволит повысить качество подготовки специалистов в области информационных технологий, сформировать многовариантный лабораторный комплекс, во много раз уменьшить количество времени, необходимого на создание лабораторных работ, а также предоставит возможность использования полного функционала программы при дистанционном обучении.

Востребованность методов разработки и применения виртуальных лабораторных работ и трена-

жеров в инженерном образовании продиктованы их актуальностью, связанной с реформированием всей системы образования и радикальными изменениями двух важнейших составляющих этого процесса: технологии обучения и формы представления обучающей информации на современном этапе.

Компьютерные имитационные тренажеры, основанные на системе виртуальной реальности, могут не только дополнять традиционный лабораторный практикум, но и заменять его. Кроме формирования профессиональных навыков и умений, компьютерные имитационные тренажеры позволяют развивать профессиональную интуицию. Все это позволяет значительно повысить качество подготовки специалистов.

Библиографический список

1. Батенькина, О. В. Использование виртуальных тренажеров в учебных программах дополнительного профессионального образования / О. В. Батенькина, С. П. Шамец // Дополнительное профессиональное образование: от спроса до признания : тез. докл. 6-й конф. / Межгосударственная ассоциация последипломного образования. — М., 2009. — С. 12—13.

2. Каримов, К. А. Преимущества дистанционного образования в системе повышения квалификации педагогов / К. А. Каримов, К. Т. Уматалиева // Молодой ученый. — 2012. — № 11. — С. 487—489.

3. Батенькина, О. В. Инновационные методы использования информационных технологий в образовательном процессе технического вуза / О. В. Батенькина, С. П. Шамец // Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий : материалы науч.-практ. конф. — Сочи, 2009. — С. 267—269.

4. Матлин, А. О. Автоматизированная система создания интерактивных средств обучения в образовательном процессе / А. О. Матлин, С. А. Фоменков // Открытое образование. — 2012. — № 2. — С. 18—21.

5. Матлин, А. О. Модель виртуальной лабораторной работы в автоматизированной системе создания интерактивных средств обучения / А. О. Матлин, С. А. Фоменков // Вестник компьютерных и информационных технологий. — 2012. — № 9. — С. 56—59.

ПРИЛЕПКО Максим Анатольевич, ассистент кафедры «Дизайн и технологии медиаиндустрии».
Адрес для переписки: Zeitgeist_89@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.03.2014 г.
© М. А. Прилепко

Книжная полка

Гуменюк, А. С. Элементы информатики и теории информации : учеб. электрон. изд. локального распространения : конспект лекций / А. С. Гуменюк ; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

В электронном издании с единых позиций теории информации, разработанной М. Мазуром, дается формальное определение следующих фундаментальных понятий информатики: сообщение, код, кодирование, информация, информирование. Рассматриваются и анализируются преобразования сообщений и информации, имеющие место в любом процессе управления, в том числе с использованием вычислительных устройств и машин, а также осуществляющиеся в самих вычислительных системах. Кроме того, рассмотрены вопросы измерения количества информации, а также некоторые числовые характеристики строя информационной цепи, разработанные автором. Конспект лекций предназначен для студентов дистанционной, заочной и очной форм обучения по направлениям: 230100, 230101 и других смежных специальностей, изучающих дисциплину «Информатика».

Елькин, Б. И. Основы конструкторского проектирования ЭВМ : учеб. электрон. изд. локального распространения : конспект лекций / Б. И. Елькин ; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Изложены вопросы коммутационно-монтажного проектирования ЭВМ (КМП ЭВМ), включая основные задачи КМП ЭВМ, разработку электрических линий связи и обеспечение электропроводности в конструкции ЭВМ. Рассмотрены разновидности конструктивно-технологического выполнения, выбор материала основания и технологии изготовления печатных плат, включая типовые технологические процессы производства. Приведены материалы по конструированию печатных плат ручным методом с соответствующими рекомендациями и автоматизированному решению схемно-топологических задач КМП ЭВМ (схемная компоновка, размещение и трассировка). Даны содержательные алгоритмы. Конспект лекций предназначен для дистанционного обучения студентов специальности 230101 и направления 230000.

Майстренко, В. А. Ресурсы операционной системы WINDOWS NT для защиты информации : учебное электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / В. А. Майстренко, П. В. Прохоров, В. Г. Шахов ; ОмГТУ. –Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Отражены особенности операционной системы Windows NT с позиций информационной безопасности. Исследованы возможные механизмы и политики безопасности, даны рекомендации по корректной настройке компьютеров и сетей, позволяющие пользователям самостоятельно проводить настройки безопасности. Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 090102, 090104, 090105, 090106 дневной и заочной форм обучения, может быть использовано студентами других специальностей, а также для самоподготовки пользователей ОС Windows NT.