

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н.  
КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»

На правах рукописи



**Тугова Анна Анатольевна**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ ФОРМЫ  
МАНЕКЕНА ДЛЯ ОДЕЖДЫ**

Специальность 05.19.04  
«Технология швейных изделий»

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор  
Петросова И.А.

**Д и с с е р т а ц и я**  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ФИГУРЫ.....	10
1.1 Анализ существующих способов получения исходной информации о форме поверхности фигуры человека.....	11
1.2 Разновидности манекенов и трехмерных моделей фигур в промышленности.....	16
1.3 Анализ универсального программного обеспечения для изготовления манекенов.....	32
1.4 Формирование концепции проектирования внешней формы манекена на основе применения трехмерных и цифровых технологий .....	36
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1 .....	39
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ФОРМЕ ФИГУРЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТИПОВЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ МАНЕКЕНОВ.....	40
2.1 Разработка информационно-технической структуры модуля получения цифрового образа фигуры.....	40
2.2 Исследование зоны соприкосновения верхних конечностей с туловищем человека в области проймы .....	47
2.3 Разработка методики определения антропометрических точек и размерных признаков в виртуальной среде .....	53
2.4 Разработка базы данных трехмерных моделей женских фигур.....	61
2.5 Методика формирования исходной трехмерной модели фигуры человека для построения типовых и индивидуальных манекенов .....	66
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2 .....	69
3 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ ФОРМЫ МАНЕКЕНА ДЛЯ ОДЕЖДЫ .....	71
3.1 Исследование изменения положения корпуса фигуры и высоты плеч в зависимости от высоты каблука обуви .....	72
3.2 Исследование влияния особенностей телосложения и осанки на конструктивные параметры одежды.....	79
3.3 Исследование изменения формы поверхности фигуры в зависимости от толщины пакета материалов пододежного слоя .....	84

3.4 Сущность предлагаемого способа проектирования трехмерных манекенов для одежды.....	95
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3 .....	99
<b>4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАНЕКЕНОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ .....</b>	<b>100</b>
4.1 Последовательность персонализации внешней формы манекена ...	101
4.2 Проектирование одежды на основе обоснованной информации о внешней форме манекена.....	107
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4 .....	117
ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ .....	118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	156
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	164
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	172
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	179
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	195
ПРИЛОЖЕНИЕ З .....	211
ПРИЛОЖЕНИЕ И .....	215
ПРИЛОЖЕНИЕ К .....	221
ПРИЛОЖЕНИЕ Л .....	227
ПРИЛОЖЕНИЕ М .....	235
АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ, БАЗЫ ДАННЫХ.....	237

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность работы.* Благодаря широкому распространению цифровых продуктов и приложений потребитель получает возможность с помощью доступных средств, таких как телефон, смартфон, планшет предоставить на производство или в торговую сеть информацию о своей фигуре. Эта информация служит основой, как для выбора готовой соразмерной одежды, так и для коррекции типовых конструкций одежды, в соответствии с персональным запросом потребителей. При этом информация о форме фигуры потребителя может поступать как в визуальной форме в виде фото, видеоизображения, так и в метрической - в виде облака точек трехмерной модели или набора координат. Визуализация этой информации в виде трехмерного манекена или цифрового аватара в САПР одежды позволяет выполнять ряд типовых проектных процедур, а также ввести процедуру индивидуализации массовой продукции, повысить качество изделий и удовлетворённость населения одеждой, так как именно манекены различного назначения служат инструментом задания внешней формы для одежды. Для определения соответствия готовой одежды техническому заданию и антропометрическим размерам фигур используют манекены типовой фигуры человека; для изготовления валяных изделий используют манекены внутренней формы одежды; для окончательной отделки изделия и влажно-тепловой обработки используют пароманекены; цифровые аватары используют для проектирования одежды в виртуальной среде.

Современные программы моделирования одежды, в основном, предполагают использование типовых трехмерных манекенов (аватаров) для проектирования одежды и проведения виртуальных примерок. Построение таких манекенов и аватаров выполняется по типовым размерным признакам, которые значительно отличаются для населения разных стран, что приводит к снижению точности проводимой примерки и

ухудшению процедуры оценки качества готовой одежды. Следовательно, задача разработки антропометрически достоверных манекенов, отражающих особенности поведения пакета материалов пододежного слоя и особенностей осанки в зависимости от высоты каблука обуви является актуальной научной задачей легкой промышленности [1].

***Степень научной разработанности проблемы.*** Существенный вклад в разработку проектирования манекенов для одежды внесен Л.П. Николаевым, В.А. Шишовой, А.В. Савостицким, Е.Б. Кобляковой, Г.С. Ивлевой, З.Н. Тимашевой, М.В. Стебельским, Т.Н. Будановой, З.Т. Акимовой, Н.Л. Корниловой, И.А. Петросовой, А.Ю. Рогожином, М.А. Гусевой и др [2-13].

На кафедре технологии швейного производства сотрудниками МТИЛП (РГУ им. А.Н. Косыгина) с 1958 года по настоящий момент ведутся разработки способов получения манекенов внешней формы тела человека и внутренней формы одежды [14-24].

Зарубежные исследователи также изучают и разрабатывают методики проектирования манекенов. Создают способы получения трехмерных моделей фигур человека, в том числе в Итальянском университете (Cappelletto E., Zanuttigh P. и Cortelazzo G.M.), Эстонском университете (Abels A., Kruusmaa M.), Техасском университете (Su-Jeong Hwang Shin), университете Миннесоты (Elizabeth Bye), университете Далласа (Ellen McKinney), Сеульском университете (Yunja Nam, In Hwan Sul, Tae Jin Kang,) Шанхайском университете (Jiyun Li, Jiaxun Chen), Тайваньском университете (Xiaozhi Li, Xiaojiu Li) и др.

Проведенный анализ исследований показал необходимость разрабатывать антропометрически достоверные трехмерные модели тела человека и формировать базу данных трехмерных моделей фигур и манекенов. Данная научная проблема является актуальной и позволит усовершенствовать процесс проектирования конструкций одежды и методы оценки качества готовой одежды.

**Цель работы** заключается в разработке метода проектирования внешней формы манекена для одежды, обеспечивающего персонализацию процесса проектирования швейных изделий и повышение качества производимой продукции.

Для достижения поставленной цели в работе:

- проведен анализ способов задания трехмерной поверхности тела человека;
- изучено влияние телосложения человека и вида проектируемой одежды на внешнюю форму манекена;
- разработан метод проектирования внешней формы манекена для одежды;
- разработана и апробирована методика проектирования манекена с помощью современной технологии 3D печати.

**Объект исследования:** процесс проектирования манекенов для одежды;

**Предмет исследования:** тело человека, манекен.

**Научную новизну** исследования составляют разработка:

- концепции процесса проектирования внешней формы манекена для одежды с применением технологии 3D сканирования, направленная на получение базы данных манекенов, обеспечивающих персонализацию процесса проектирования швейных изделий и повышение удовлетворенности потребителей;
- математических зависимостей, для описания формы поверхности манекена с учетом толщины пакета материалов пододежного слоя;
- математических зависимостей для описания формы поверхности манекена с учетом влияния высоты каблука обуви на изменение положения корпуса и высоты плеч;
- метода проектирования внешней формы трехмерных манекенов для одежды.

**Теоретическая значимость** работы заключается в разработке метода проектирования внешней формы манекена для одежды, с учетом толщины пакета материалов пододежного слоя, обеспечивающего персонализацию процесса проектирования швейных изделий, высокую степень физического подобия манекена реальной фигуре потребителя и повышение качества производимой продукции.

**Методы исследования:** в работе использованы антропометрические бесконтактные методы исследования фигуры человека и одежды; методы трехмерного описания пространственных моделей; методы математической интерполяции и аппроксимации линий поверхностей, начертательной и аналитической геометрии, методы сравнительного и теоретического анализа: методы статической обработки экспериментальных данных.

**Личный вклад автора:** основные результаты и положения, выносимые на защиту, получены автором лично. Автор самостоятельно провел анализ существующих способов задания трехмерной формы фигуры человека и разработал алгоритмы описания внешней формы фигуры человека в виртуальной среде.

**Достоверность** проведенных исследований базируется на согласованности аналитических и экспериментальных результатов, использовании информационных технологий, современных методов и средств проведения исследований. Апробация основных положений диссертации проводилась в научной периодической печати, конференциях.

**Практическая значимость** заключается в:

- разработке методики построения исходной трехмерной модели для проектирования внешней формы манекена;
- разработке методики проектирования внешней формы манекенов для одежды;
- разработке базы данных трехмерных моделей фигур и манекенов для проектирования одежды.

***Основные положения, выносимые на защиту:***

- методика изучения внешней формы фигуры и толщины пододежного слоя, с помощью технологии трехмерного сканирования, обеспечивающая высокую точность измерений;
- математические зависимости распределения величин прибавок по участкам поверхности фигуры и манекена в зависимости от толщины пакетов материала пододежного слоя;
- математические зависимости влияния высоты каблука обуви на изменение положения корпуса и высоты плеч при проектировании внешней формы поверхности манекена;
- метод проектирования внешней формы трехмерных манекенов для одежды с учетом толщины пододежного слоя.

Основные положения диссертационной работы представлены, обсуждены и одобрены на международной научной конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (Москва, 2015), сборнике научных публикаций «Актуальные проблемы инклюзии: качество жизни, безбарьерная среда, образование без границ» (Москва, 2016), сборнике материалов международной научно-практической конференции «Моделирование в технике и экономике» (Витебск, 2016), международная конференция «FarEastCon» (Владивосток, 2019).

Результаты исследования проверены в условиях промышленных предприятий, что подтверждено актами внедрения. Апробация в условиях АО «Корпорация Школа», ООО «Этника» и АО «Сударь» (г.Ковров), подтвердила, что применение метода проектирования внешней формы манекенов для одежды с учетом толщины пододежного слоя способствует повышению качества производимой продукции и росту эффективности производства.

***Публикации.*** Основные положения научно-квалификационной работы (диссертации) опубликованы в 16 печатных работах, 5 из которых –



в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК; 1 из которых – индексируемая в базе данных *SCOPUS*.

***Структура и объем работы.*** По своей структуре научно-квалификационная работа (диссертация) состоит из введения, четырех глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы, приложений. Работа изложена на 136 страницах машинописного текста, содержит 71 рисунок, 27 таблиц. Список литературы включает 151 библиографических и электронных источников. Приложения представлены на 108 страницах.

## 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ФИГУРЫ

В современном процессе проектирования и реализации новых швейных изделий необходимы трехмерные модели тела человека. Поэтому исследования, связанные с трехмерным моделированием тела человека, так распространились в последнее десятилетие. Востребованность данного направления исследований подтверждает ежегодно проводимая техническая конференция *3D Body Scanning Technologies* [25]. В октябре 2019 года в Швейцарии проведена 10-я по счету конференция и выставка. Количество участников с каждым годом растет. Конференция *3D Body Scanning Technologies*, посвященная разработкам и измерительным технологиям в области *3D* сканирования тела человека, приобретает все большее значение в мире. Программа конференции освещает следующие направления научного знания и технических разработок:

- *3D* сканирование тела для легкой промышленности;
- *3D* сканирование лица и тела в медицине;
- цифровая антропометрия и эргономика;
- *3D* сканирование рук и ног и обработка данных;
- *3D* сканирование тела для здоровья и спорта;
- антропометрические обследования населения.

Важно также отметить, что в рамках конференции ежегодно обнародуют результаты работ по стандартизации процессов, связанных с *3D* сканированием тела человека, которые проводит организация Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Результатом является стандарт P3141 [26] процедуры получения и обработки *3D* тела человека. В стандарт IEEE P3141 входит набор объективных и субъективных методов, инструментов и механизмов *3D* анализа тела человека.

Исследования по изучению трехмерных моделей тела человека различных типов телосложения и пакетов материалов различных видов

одежды позволят сформировать теоретические знания и базу данных для создания внешней поверхности манекенов.

### **1.1 Анализ существующих способов получения исходной информации о форме поверхности фигуры человека**

Современные средства сканирования тела человека позволяют получать большое количество информации о внешней форме тела человека или его отдельных частей в виртуальной среде, которая недоступна при контактном способе измерений в антропометрии. При контактном способе измерений тела человека измерители обязаны в совершенстве владеть техникой измерений, точно фиксировать положение антропометрических точек на теле человека и соблюдать единообразие приемов измерений. [27, 28]. Такой способ измерений тела человека трудоемок, полученные данные о величинах размерных признаков не всегда достоверны, а также подвержен влиянию субъективной оценке измерителя. Для быстрого и эффективного получения достоверных данных все чаще прибегают к использованию 3D технологий [29-32]. Устройства за считанные минуты получают сотню измерений с поверхности тела человека в статичных и динамичных позах. Это дает основание говорить о возможности получения новой информации в формате разнообразных сечений, трехмерных моделей и частей внешней формы тела человека. Данная информация поможет изменить процессы проектирования одежды.

Выделим два метода получения трехмерной модели тела человека: конструктивный и реконструктивный. Принципиальная разница состоит в методе получения данных о внешней форме тела человека: с помощью специального устройства – сканера или расчетными способами на основе 2D проекций или с помощью исходных размерных характеристик фигуры.

При конструктивном методе трехмерные модели получают в результате автоматического измерения внешней формы тела человека с

помощью специальных систем 3D сканирования (ультразвуковые, лазерные, электромагнитные, механические, оптические).

Как правило, системы трехмерного сканирования содержат [33]:

- сканер или фотоаппарат - устройство для получения визуальной и метрической информации о внешней форме объекта;
- компьютер – устройство, с помощью которого происходит обработка информации;
- датчики положения объекта - оборудование, помогающее осуществлять контроль положения объекта в пространстве;
- программное обеспечение, которое осуществляет обработку данных трехмерной модели объекта и обеспечивает последующий экспорт информации в выбранную САПР [33].

Лидерами в области разработки профессионального оборудования для автоматического 3D сканирования считают следующих производителей: Human Solutions GmbH (Германия) [34], 3dMD (США/Великобритания) [35], Sizestream (США) [36], TC2 (США), Artec (Люксембург-США) [37].

Альтернативой конструктивным являются реконструктивные методы моделирования особенностей тела человека, воссоздаваемые по двумерным изображениям или по набору антропометрических параметров.

В результате экспериментального исследования гонконгскими специалистами (Shuaiyin Zhu and P.Y. Mok, Institute of Textiles and Clothing, The HongKong Polytechnic University) получен метод реконструкции трехмерных моделей тела человека по двумерным изображениям. Метод примечателен тем, что позволяет реконструировать антропометрические характеристики тела человека при первичном снятии измерений в свободной одежде.

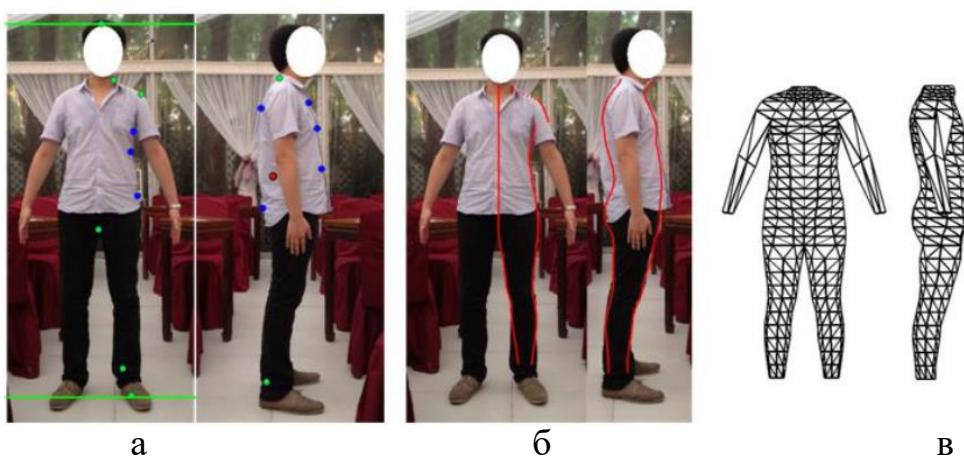
Результаты работы приведены в статье [38], где подробно описан двухэтапный метод построения моделей человеческого тела по фотографиям. Испытуемые одеты в одежду прилегающего и свободного

силуэта. На первом этапе анализируют *2D* проекционные особенности формы тела человека под одеждой по следующему алгоритму (рис.1):

-высчитывается разница между пограничными точками и соответствующими предполагаемыми точками поверхности тела на одном уровне профиля (7-9 точек);

-из существующей базы проекций реальных людей (около 5000 единиц) выбирается *N* профилей с наименьшей суммарной разницей всех заданных пограничных точек;

-синтезирование нового профиля за счет объединения всех выбранных *N* профилей.



**Рисунок 1 - Анализ *2D* проекций тела человека в одежде: а – определение антропометрических точек на *2D* изображении тела человека; б – построение абрисов фигуры; в – трехмерная модель тела человека**

На втором этапе, основываясь на новом синтезированном профиле с предсказанными формами поперечных сечений (рис.1с), создают *3D* шаблон будущей модели тела, который затем деформируют с помощью графического алгоритма деформации свободной формы (combined triangular Free Form Deformation -FFD) до формы конкретного человека (рис.2).



**Рисунок 2 - 3D модель человека**

На основе описанных научных разработок Гонконгского политехнического университета в начале 2018 г. было создано программное обеспечение для мобильных устройств, которое в течение 10 секунд реконструирует форму тела человека по двум фотографиям, полученных камерой телефона. Приложение также высчитывает размеры человека на разных участках поверхности тела. На данный момент доступно 50 измерений. В настоящее время проект оформлен в виде мобильного приложения «1Mesuare» и доступен в приложениях Apple store и Google play. Миссия разработчиков - повышение качества интернет покупок и снижение числа случаев плохой посадки швейных изделий [39].

*Портативные и мобильные устройства сканирования тела человека.* На современном рынке существует большой выбор портативных устройств 3D (рис.3) сканирования с использованием мобильных устройств.



**Рисунок 3 - Сканирование человека портативным 3D сканером**

Представленные в табл.1 устройства представляют приборы, предназначенные, для 3D сканирования средних и крупных объектов

(размером от 0,3 до 3 метров). Их характеризует высокая скорость работы, возможность передачи цвета и геометрии объекта, автономность, универсальность и удобство использования.

**Таблица 1. Портативные устройства 3D сканирования средних и крупных объектов**

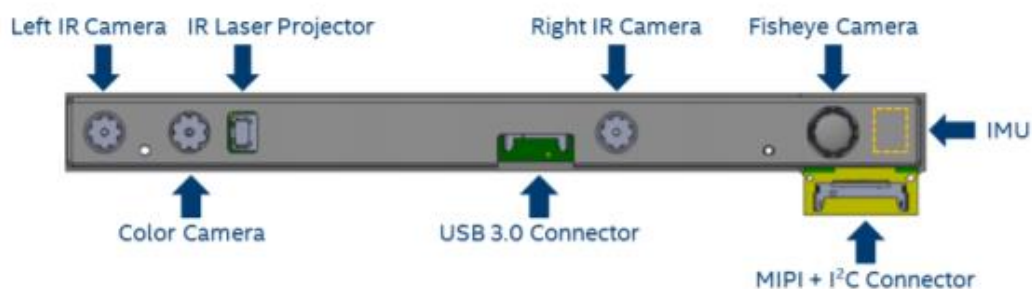
1	2	3	4	5
				
Einscan Pro	Artec Eva (Artec Eva Lite)	Thor3D	Creaform Go!SCAN 50	XYZ 3D Hand Scanner
Тело целиком	Тело целиком	Тело целиком	Тело целиком	Отдельные части тела

Растущий интерес массового потребителя к 3D технологиям не оставляет производителей мобильных устройств в стороне. Выпущены смартфоны со встроенным сканером, которые по многим характеристикам не уступают 3D сканерам в формате отдельного устройства. Среди имеющихся на рынке моделей смартфонов со встроенным 3D сканером можно назвать: *Sony Xperia XZ1* (телефон является карманным бесконтактным сканером, который пригоден для сканирования лиц и небольших объектов); *iPhone X* (устройство формирует трехмерную модель, измерив дистанцию между точкой на объекте и излучателем); *Intel RealSense Smartphone Developer Kit (SDK)* Устройство построено на базе 4-х ядерного процессора *Intel Atom x7-Z8700 (Cherry Trail)*, оснащенного встроенной графической подсистемой *Gen 8 Intel HD Graphics*. На задней части корпуса расположен *Intel RealSense Camera ZR300* (рис. 4), которая состоит из (рис.4):

- left IR camera (левая камера)
- IR laser projector (лазерный прожектор);

- right IR camera (правая камера);
- fisheye camera (камера с широкоугольным объективом);
- color camera (цветная камера).

Данная технология позволяет получить трехмерные модели быстро и удобно без специального громоздкого оборудования.



**Рисунок 4 - Тыльная сторона смартфона с камерами Intel RealSense Camera ZR300**

Анализ существующих способов получения исходной информации о поверхности фигуры показал, что существующие отраслевые разработки в области 3D сканирования тела человека дают возможность создать базу данных фигуры человека и манекенов.

Следует отметить, что технологии 3D сканирования способствуют созданию баз данных о толщине пододежного слоя, которые необходимы для получения достоверной внешней формы манекена для различного вида одежды.

## **1.2 Разновидности манекенов и трехмерных моделей фигур в промышленности**

В Древнем Египте (14 век до н.э.) во времена Тутанхамона использовали манекен для примерки и изготовления одежды фараону. Это подтверждают раскопки Г. Картера и его команды в 1922 году. [40-42] Манекен тела Тутанхамона обнаруживают в его гробнице среди личных



вещей (рис.5). Деревянный манекен выполнен от высшей точки головного убора фараона до уровня ягодичных точек. Также, в комнате обнаруживают ларь для одежды.



**Рисунок 5 – Деревянный манекен фараона Тутанхамона**

Вновь на исторической сцене манекены появляются в средние века. Манекены для одежды начинают использовать на швейных предприятиях во Франции. Анатомические манекены совместно с гипсовыми слепками применяют в обучении студентов в Академиях художеств. В Историческом музее Москвы можно увидеть манекен, который применяли для обучения в специализированных заведениях (рис.6).

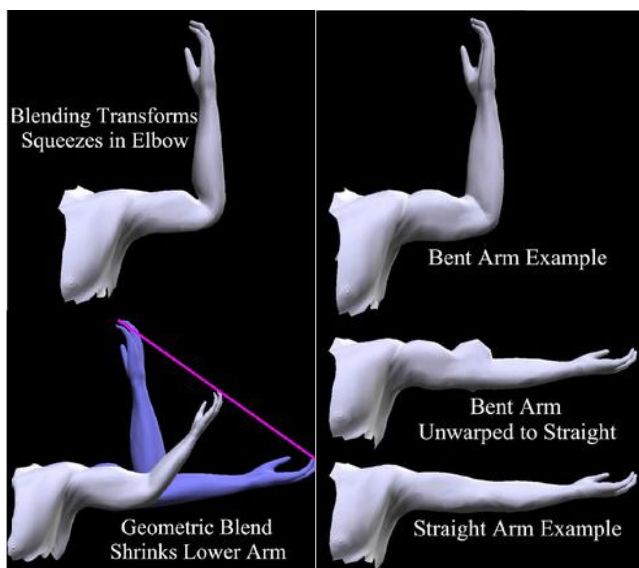


**Рисунок 6 – Манекен 18 века**

Получение информации о внешней форме трехмерных манекенов подразделяют на различные категории:

- манекены на основе данных трехмерного сканирования;
- параметрические манекены;
- манекены для получения конструкции одежды.

**Манекены на основе данных 3D сканирования.** Исследователи компании Microsoft (Michael Cohen, Charles Rose III, Peter-Pike Sloan) [43] работают над созданием трехмерных манекенов. Разнообразные движения трехмерных моделей основаны на методе интерполяции (рис.7). Создание трехмерных моделей в движении требует высококвалифицированных художников и дорогостоящих устройств. Поэтому разработка метода автоматизированного создания трехмерных манекенов необходима.



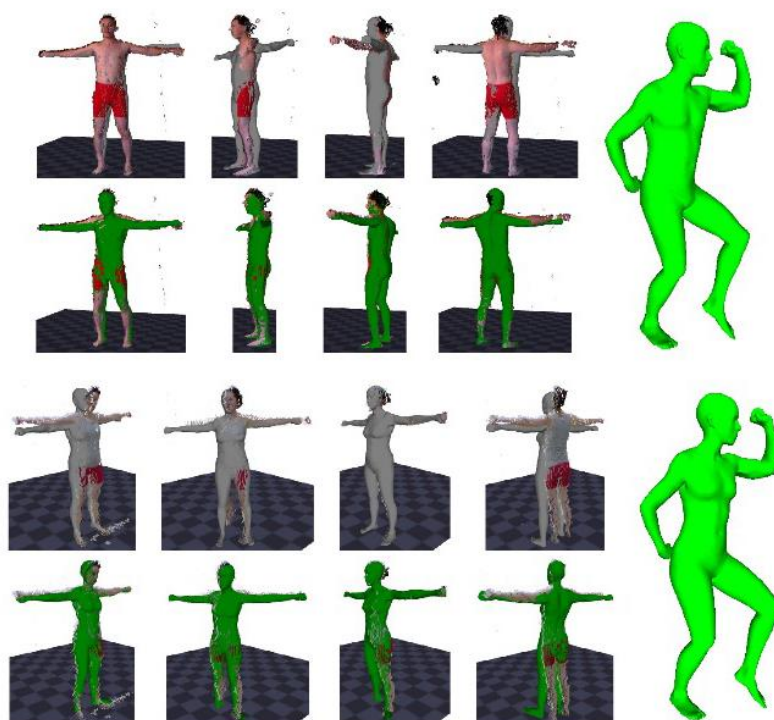
**Рисунок 7 – Примеры движений трехмерного манекена**

Тайваньские ученые (Xiaozhi Li, Xiaojiu Li) [44] разработали программу восстановления поверхности тела человека. Программа примечательна тем, что содержит метод средней кривизны потоков (MCF) и алгоритм нахождения наименьшего расстояния между точками.

Нахождением антропометрической информации на поверхности трехмерной модели занимаются исследователи сеульского университета

[45]. Реконструкция отсканированного тела человека происходит по методу неявных частиц.

Ученые Alexander Weiss и David Hirshbergf [46] занимаются разработкой системы сканирования с участием сканера Microsoft. Разработанная установка распознает на поверхности тела человека 252 параметра, по которым происходит оптимизация и реконструкция трехмерной модели (рис.8). Система требует 65 минут на построение трехмерной модели, что значительно уступает многим разработанным программам.



**Рисунок 8 – Результаты оптимизации системы**

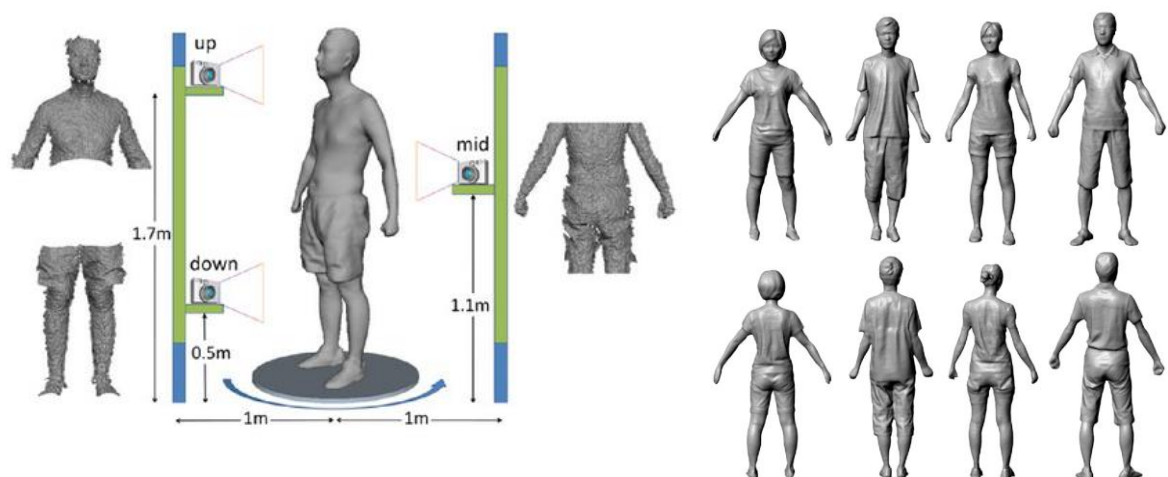
Итальянские ученые Cappelletto E., Zanuttigh P. и Cortelazzo G.M. [47] предложили алгоритм восстановления поверхности трехмерных моделей. Данный алгоритм минимизирует влияние погрешности сканирующих устройств, включающий методику избавления от шумов (рис.9). Полученные результаты предполагают использовать для создания базы данных статических и динамических поз человека.



**Рисунок 9 – Процесс сканирования объекта**

Ученые Jin Zhou, Ligang Liu, Jing Tong, Hao Yan [48] из Чжэцзянского Университета создали установку сканирования в основе трех сенсоров Microsoft, что позволило получить трехмерную модель тела человека в полный рост. Устройства расположены таким образом, чтобы области захвата не пересекались (рис.10а). Полученные трехмерные модели предполагают использовать в швейной промышленности (рис.10б).

Со временем системы трехмерного сканирования стали доступнее и использованы для приложений виртуальной реальности, ориентированных на персональное использование.



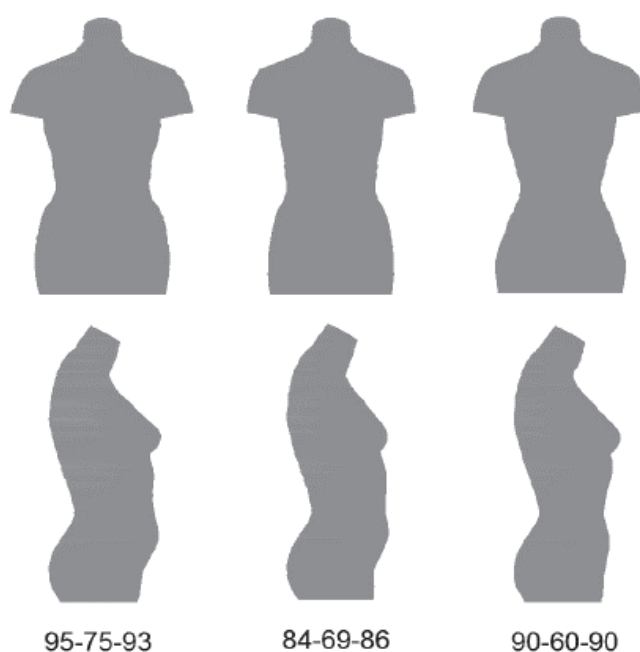
**а**

**б**

**Рисунок 10 - Система получения трехмерных моделей: а – принципиальная схема системы сканирования, б - восстановленные поверхности 3D моделей**

**Параметрические манекены.** Исследователем Балжирсурэном Ганцэцэгом [49] предложено проектирование трехмерных манекенов на основе индивидуальных особенностей формы тела человека. Во-первых, изучают осанку контактным способом измерений. Далее по полученным данным реконструируют трехмерную модель.

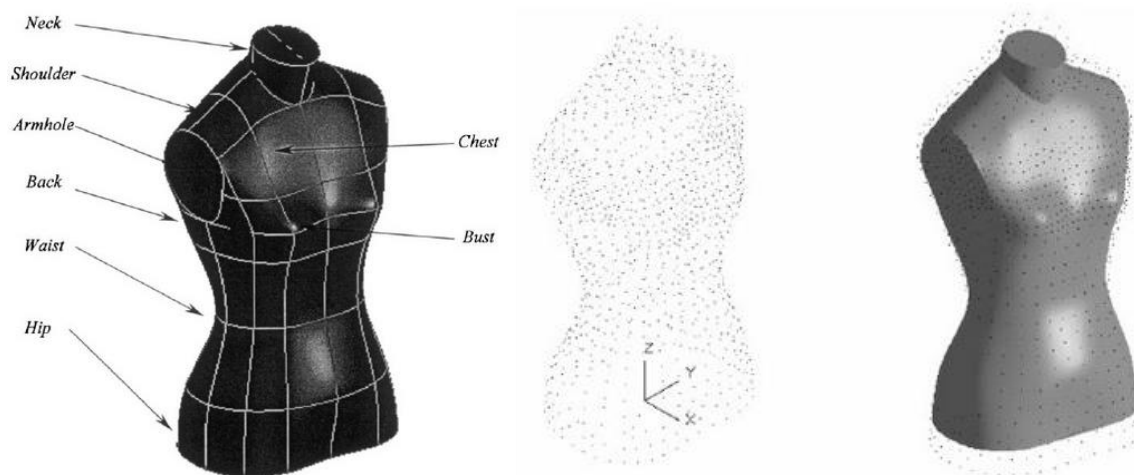
Исследователь Грудинин С.Н. [50] разрабатывает индивидуальные трехмерные манекены путем изменения базовой трехмерной модели по определенным параметрам (рис.11). В работе используют метод штрафных функций и метод роя частиц.



**Рисунок 11 – Примеры изменения базовой модели**

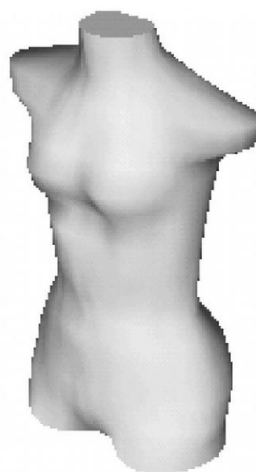
Авторы Б. Ганцэцэга и Грудинин С.Н. разрабатывают трехмерные манекены с помощью изменений различных характеристик внешней формы тела человека. Такой подход не обеспечивает антропометрическое соответствие индивидуальной фигуры и трехмерной модели.

Китайские исследователи (С.К. Au, М.М.Ф. Yuenb) [51,52] разрабатывают трехмерные манекены путем восстановления внешней формы тела по полученным данным трехмерного сканирования (рис.12). Используя данные создают базу данных трехмерных манекенов.



**Рисунок 12 – Этапы проектирования трехмерного манекена.**

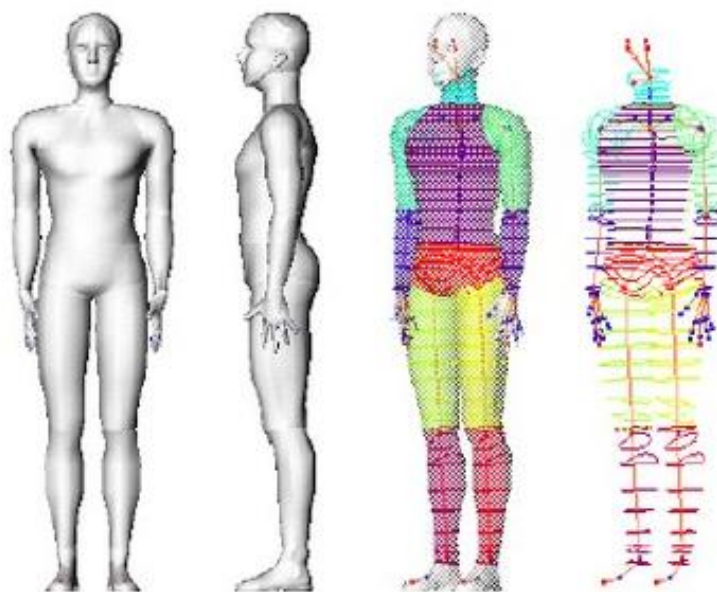
Корейские исследователи (Tae J. Kang и Sung Min Kim, Kim Sung Min, Kang Tae Jin) проектируют трехмерные манекены (рис.13) на основе данных антропометрических исследований [53, 54]. Разработано программное обеспечение, позволяющее получить индивидуальный манекен, а также развертку внешней поверхности для проектирования одежды. Точность построения индивидуального тела человека в виртуальной среде вызывает нарекания.



**Рисунок 13 – Индивидуальный трехмерный манекен**

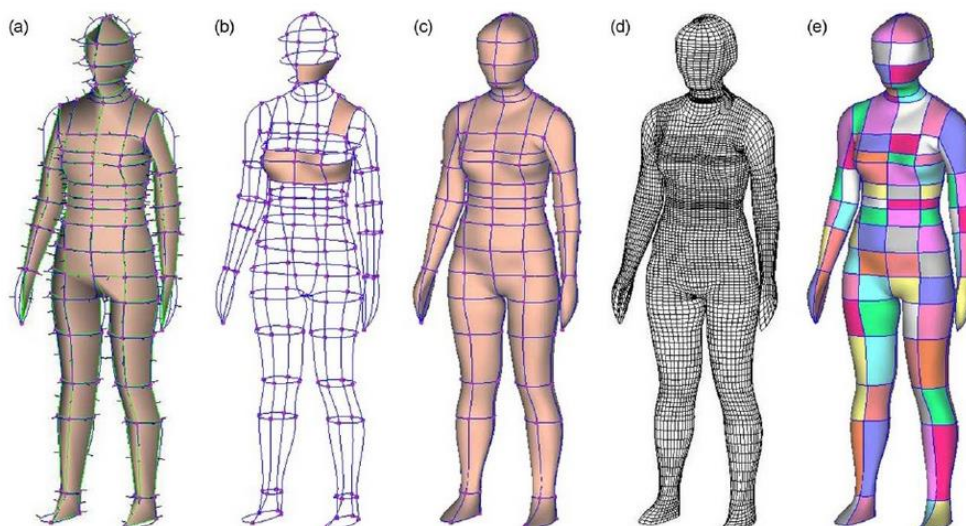
Для идентификации внешней формы тела швейцарские исследователи WonSook. Lee, Jin Gu и Magnenat-Thalmann N. [55] разработали систему распознавания по 2D изображениям и обработки по технологии DFFD

(рис.14). Созданную базу данных трехмерных моделей используют для производства 3D анимации.



**Рисунок 14- Трехмерная модель фигуры**

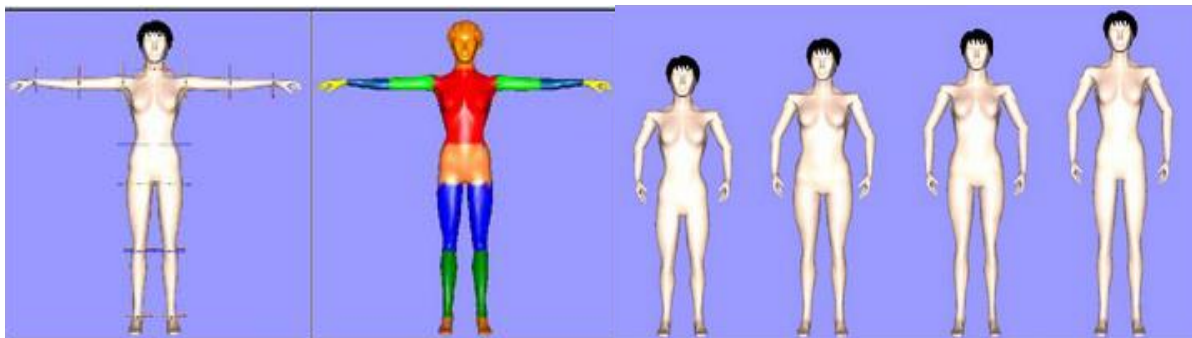
Китайские исследователи [56] из университета в Гонконге разрабатывают параметрические манекены (рис.15). При помощи системы сканированию получают трехмерные модели, которые разбивают на сектора для моделирования и оптимизации трехмерного манекена.



**Рисунок 15 – Получение трехмерного манекена**

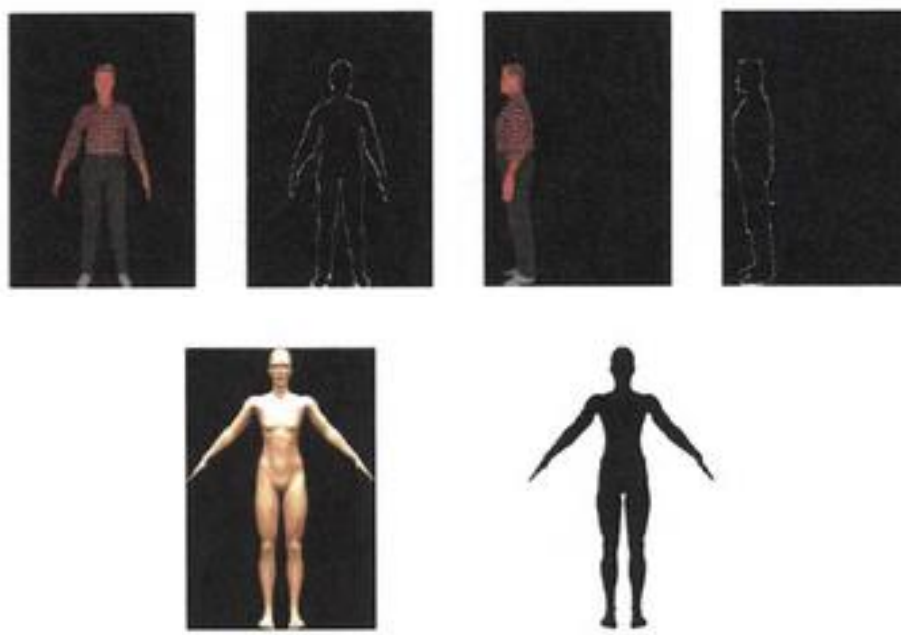
Китайскими учеными (Yang Liu, Shouqian Sun, Aiguo Xu) [57] предложен способ изучения трехмерных моделей путем разбиения тела

человека на части и дальнейшего анализа его особенностей (рис.16). Данные о внешней форме тела получают бесконтактным методом измерения.



**Рисунок 16 – Разбиение трехмерной модели на части**

Исследователи Huiqing zhao, Jijun Li, Cong Gao [58] из университета в городе Чэнду моделируют внешнюю форму тела с помощью данных 2D изображений. По фотографиям получают контуры тела человека различных видов (рис.17). Такой подход не отражает антропометрическое соответствие трехмерной модели и индивидуальной фигуры.



**Рисунок 17 – Получение абрисов фигуры человека и моделирование трехмерной модели**

Для индивидуального пошива мужской одежды эстонские исследователи (Abels A., Kruusmaa M.) [59] создали роботизированный

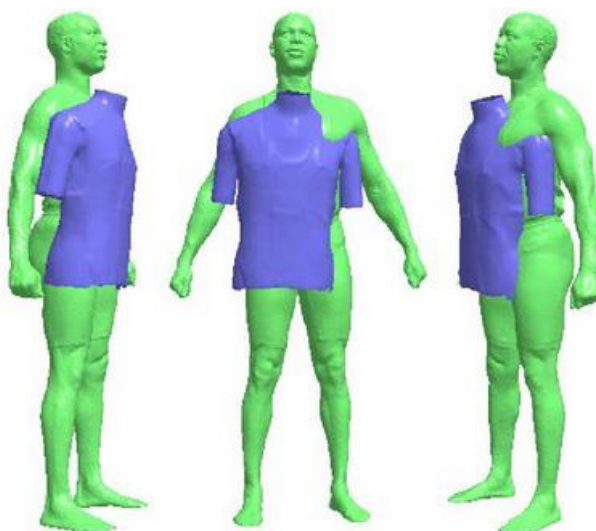


манекен. Устройство состоит из секторов, которые изменяют внешние характеристики манекена (рис.18).



**Рисунок 18 – Роботизированный манекен**

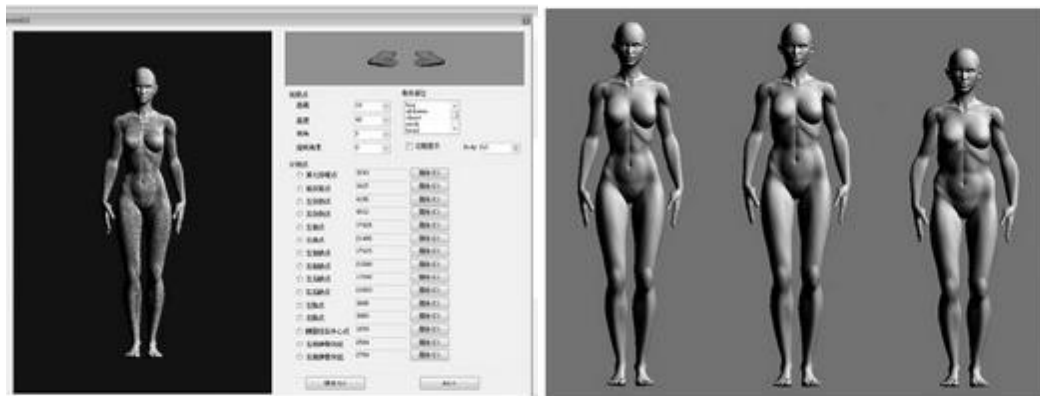
Также проведены исследования по изучению соответствия роботизированного манекена и индивидуальной фигурой. С помощью системы трехмерного сканирования получают трехмерные модели манекена и тела человека. Затем производят сравнение и анализируют результаты (рис.19).



**Рисунок 19 – Сравнение трехмерных моделей манекена и тела человека**

Одна из главных проблем данной работы заключается в несоответствии манекена индивидуальной фигуре заказчика.

Исследователи Wang Ying и Liu Zhengdong [60] разрабатывают трехмерные манекены на основе подхода деформации свободной формы (FFD) (рис.20). Внешняя форма трехмерных манекенов соответствует типовым фигурам женщин.



**Рисунок 20 – Трехмерная модель манекена разработанная на основе FFD**

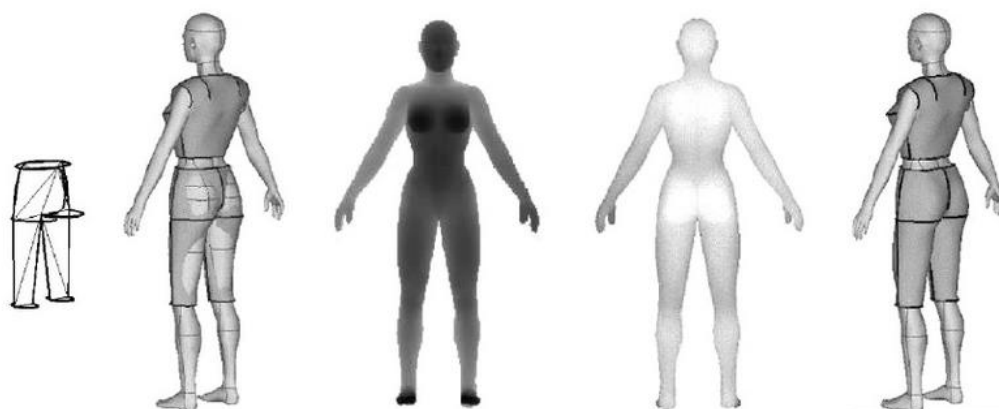
Для разработки трехмерного манекена китайскими учеными (Jiyun Li и Jiaxun Chen, Xiaping Shi и Qian Li) предложен способ eMTM автоматизированного описания абрисов фигуры и моделирования трехмерной модели поверхности манекена (рис.21) [61].



**Рисунок 21 – Трехмерный манекен индивидуальной фигуры**

*Манекены для получения конструкции одежды.* Для создания конструкции одежды исследователи Charlie C.L. Wang [62] из Китайского университета в Гонконге моделируют одежду на трехмерном манекене. На

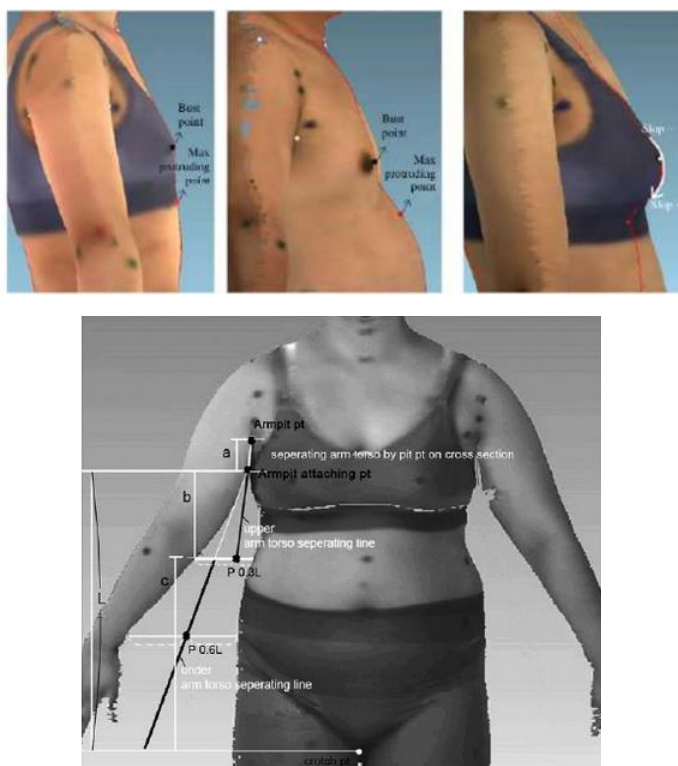
выпуклостях трехмерной модели располагают конструктивные элементы формообразования (рис.22).



**Рисунок 22 – Трехмерные манекены в одежде**

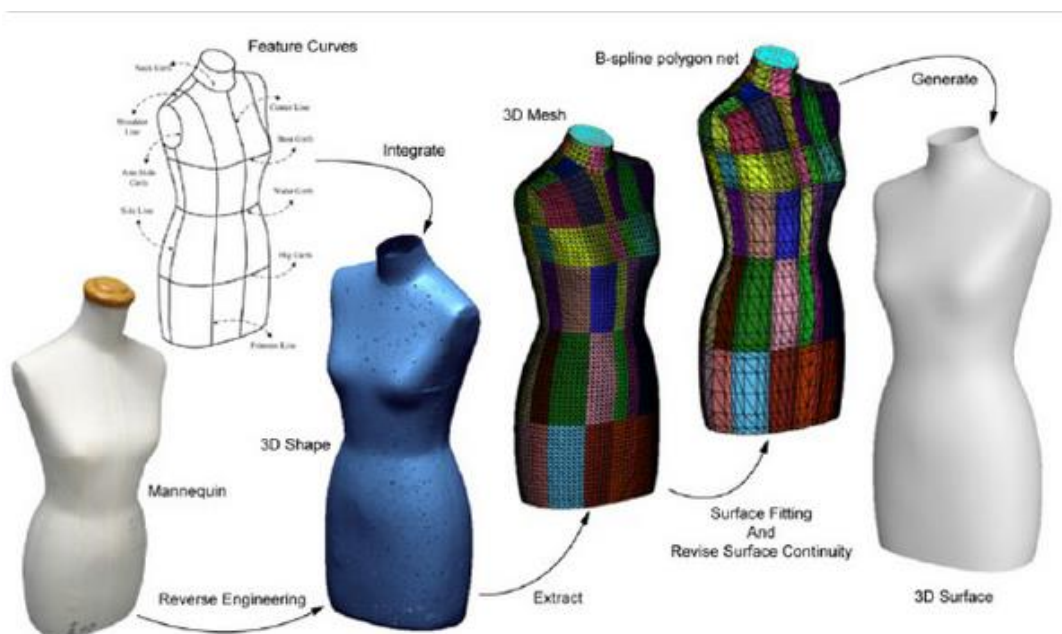
Данный способ изготовления конструкций не предусматривает технологические элементы формообразования.

Исследователи Hyunsook Han и Yunja Nam [63, 64] из тexasского технологического университета разработали метод распознавания антропометрических точек (ALID) (рис.23). В работе учитывают типовые и нетиповые фигуры женщин и мужчин.



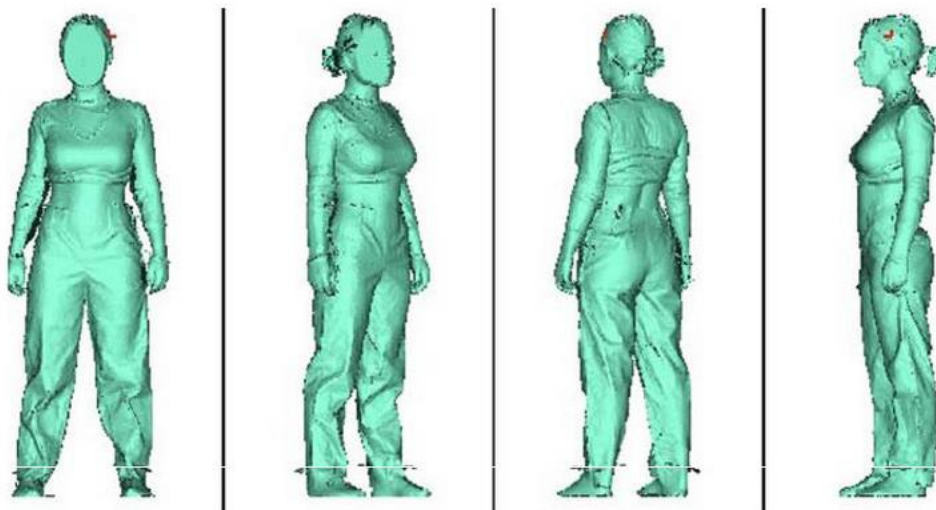
**Рисунок 23 – Распознавание антропометрических точек на трехмерной модели**

Тайваньские ученые (Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen, 2013) [65] разработали метод проектирования одежды, используя трехмерные модели портновских манекенов. Была создана база данных физических манекенов одежды с помощью В-сплайнов (рис.24).



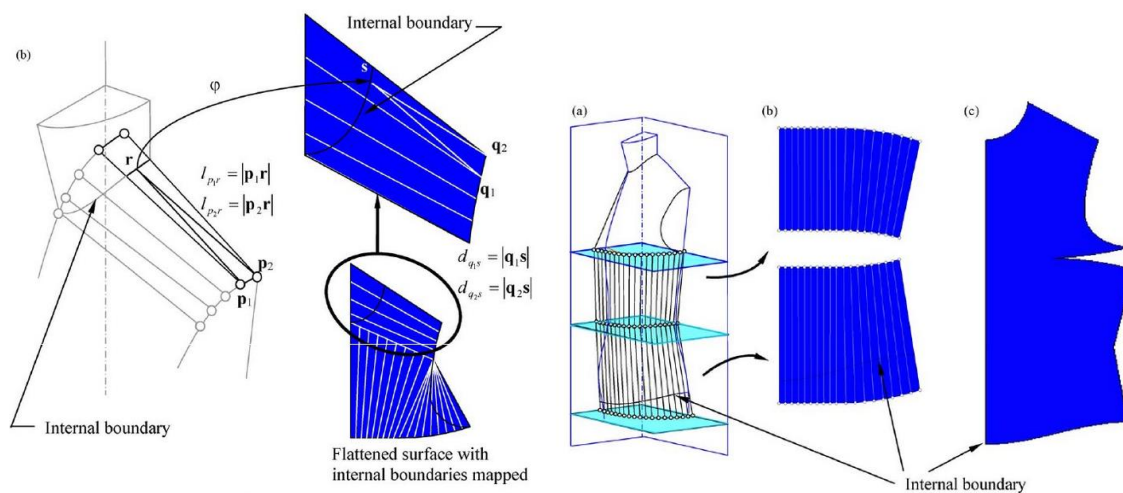
**Рисунок 24 – Преобразование портновского манекена**

Американские учёные из Университета Миннесоты (Bue E.) и Института искусств Далласа (McKinney E.) [66 - 68] изучают вопрос определения размеров фигур в динамике (рис.25) и предложили алгоритм изменения формы трехмерных манекенов, в зависимости от динамических изменений размерных признаков. Наиболее важны эти исследования при изменении положения рук.



**Рисунок 25 – Трехмерная модель фигуры человека в динамической позе**

Для получения базовой конструкции исследователями из Новой Зеландии и Канады (С.К. Ау, Y.-S. Ма.) предложен метод развертки трехмерного манекена (рис.26) [69]. Трехмерный манекен разделяют на сегменты, находят наименьшее расстояние между точками и строят его развертку.

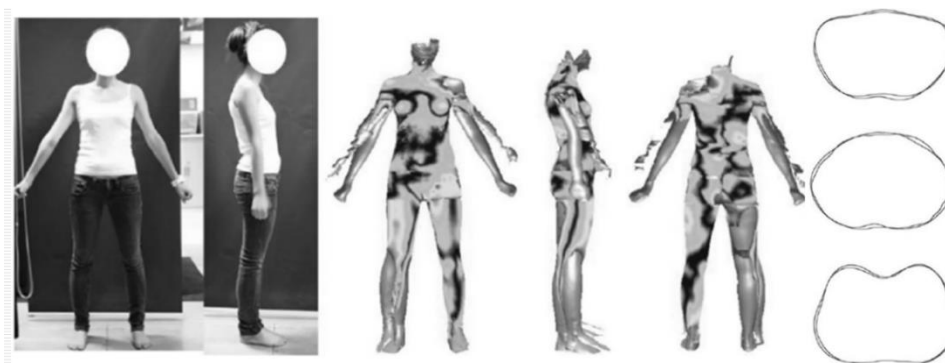


**Рисунок 26 – Получение развертки трехмерного манекена**

Американскими и корейскими учеными [70] разработан метод создания трехмерной индивидуальной модели фигуры человека. Но в данной работе не учитывают изменение поверхности манекена с учетом толщины пакета материалов.

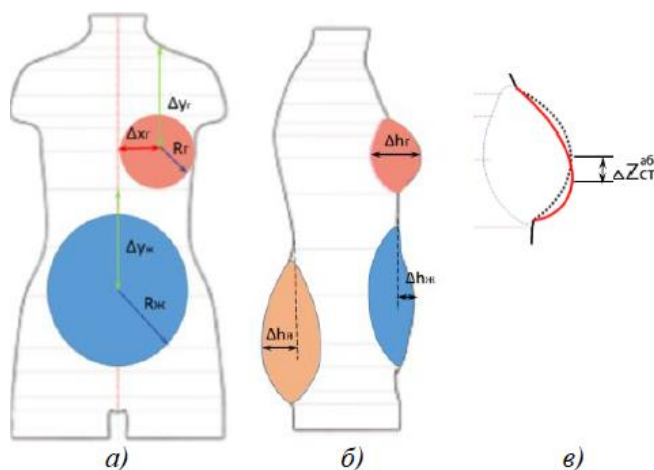
Немецкие ученые [71] разработали базу данных трехмерных манекенов нижней части тела человека для примерки женских брюк. На основе полученных данных создают базовые конструкции женских брюк.

Гонконгскими учеными [72] предложен способ изменения трехмерной модели с учетом индивидуальных характеристик клиента. Данный способ предлагает корректировку 3D модели по фотографиям заказчика (рис.27).



**Рисунок 27 – Корректировка трехмерной модели**

Ученые текстильного института Ивановского государственного политехнического университета предложили способ создания трехмерной модели типовых манекенов в САПР [73 - 82]. Моделирование мягких тканей (грудь, живот, ягодицы) фигур (рис.28) является уникальной возможностью измерения внешней формы манекена с учетом индивидуальных характеристик заказчика. Учитывают поведение мягких тканей как в одежде, так и без нее.

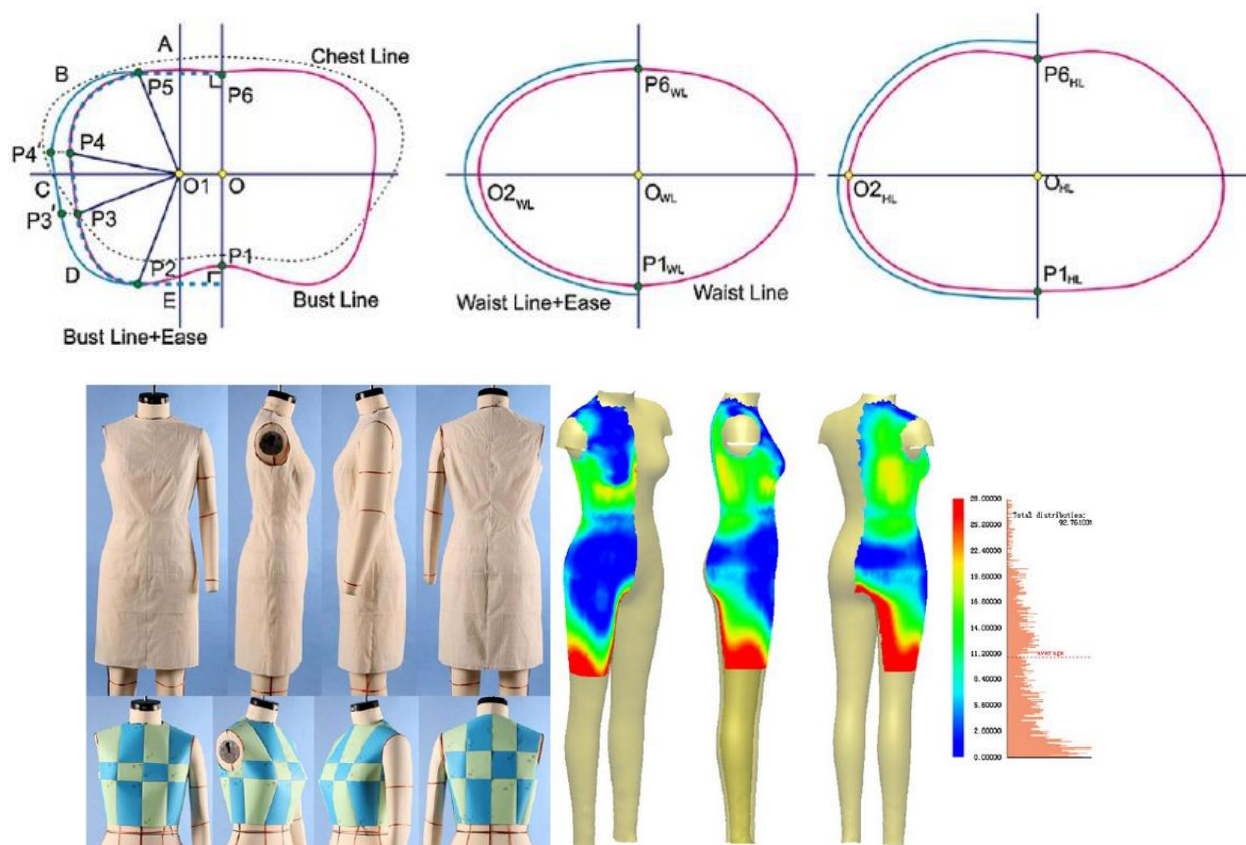


**Рисунок 28 - Этапы получения модели грудной железы**

Результатом данных исследований стал программный модуль «Виртуальный манекен» программного обеспечения трехмерного проектирования корсетных изделий BustCAD. Данная программа позволяет пользователю создавать виртуальный манекен фигуры, изменять характеристики внешней формы трехмерного манекена и получать конструкции основных деталей швейных изделий.

Российский ученый Раздомахин Н.Н. предложил использовать проекционные прибавки при изучении внутренней формы одежды [83-87].

Китайские ученые (H.Q. Huang, P.Y. Mok, Y.L. Kwok, J.S. Au) [88] исследовали величины воздушных зазоров и опорную поверхность фигуры человека (рис.29).



**Рисунок 29 – Распределение величин воздушных зазоров**

Проведенный анализ результатов российских и зарубежных исследований показывает рациональность создания базы данных трехмерных моделей, отличающихся антропометрически достоверными

характеристиками внешней формы. Выявлено, что существуют сложности разработки трехмерных моделей, соответствующих исходной информации.

### **1.3 Анализ универсального программного обеспечения для изготовления манекенов**

Производство манекенов ведется по всему миру. Главные производители: Италия, Польша, Великобритания, Россия. Среди компаний можно отметить: Mader International (Италия), Alvis Plus (Польша), Proportion (Великобритания), IDW (Франция), Siegel and Stockman (Франция), ManekenPlus (Россия), Тексити (Россия), Royal Dress Forms (Россия), A2 Mannequin (Гонконг), Genesis (Германия), Hans Boedt Mannequins (Нидерланды) [89 - 99].

Компании IDW (Франция), Proportion (Великобритания), Siegel and Stockman (Франция), ManekenPlus (Россия) [100, 101] изготавливают манекены по стандартным этапам. В начале скульпторы воссоздают внешнюю форму матрицы манекена. Затем на основе матрицы разрабатывают и изготавливают мастер-форму. Далее производят литье манекенов по мастер-формам и обработку внешней поверхности.

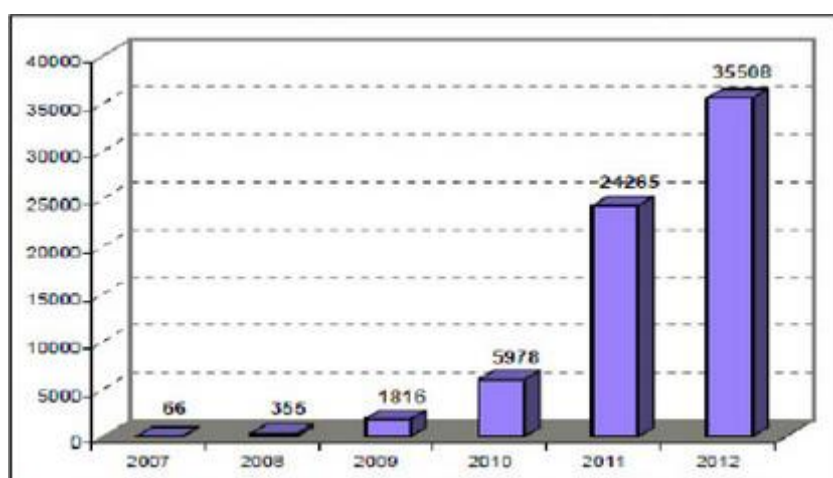
Все чаще и чаще в изготовлении матрицы (рабочей формы манекена) компании используют *3D* моделирование и *3D* печать. Это приводит к повышенной детализации, сокращению процессов проектирования и изготовления матрицы, а также улучшает качество манекенов. Такие компании как Mader International (Италия) и Hans Boedt Mannequins (Нидерланды) в офисе отдела разработки имеют *3D* принтеры, с помощью которых они изготавливают матрицы для заводов в течении 24 часов.

*3D* печать является аддитивным производством. Путем постепенного наращивания слоев изготавливают предметы. Точность современных *3D* принтеров достигает 0,1 мм. Практически безотходное производство, возможность повторного использования материалов.



Агентство NASA [102 - 104] ведет разработки по запуску спутника Archinaut One. Запуск запланирован на 2022 год. Спутник Archinaut One представляет из себя роботизированный 3D принтер. Разработчики планируют, что с помощью данного спутника появится возможность сборки космических аппаратов на Луне, Марсе и в космосе.

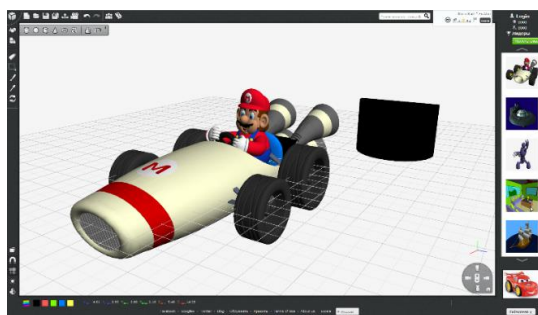
Технологии 3D печати широко применяют на практике в машиностроении, строительстве, архитектуре, искусстве, дизайне, медицине и др. Диаграмма на рисунке 30 демонстрирует увеличение спроса на 3D принтеры с 2007 года до 2012 года.



**Рисунок 30 – Иллюстрация спроса потребителей на 3D принтеры**

Получение трехмерных моделей высокого разрешения сложная задача, требующая специализированного оборудования и программного обеспечения. Компании, занимающиеся данным вопросом: CraftBot (Венгрия), Cubify (США), Dental Wings (Канада), DWS Lab (Италия), FARO (Великобритания), EGSolutions (Италия), MakerBot Industries (США), NextEngine (США), Breuckmann (Германия), Picaso 3D (Россия), Shining 3D (Китай). Рассмотрены такие программные продукты, как 3DTin, Blender, BRL-CAD, FreeCAD, K-3D, Leopoly, MeshLab, netfabb, OpenSCAD, ReconstructMe, Sculptris, SketchUp, Tinkercad.

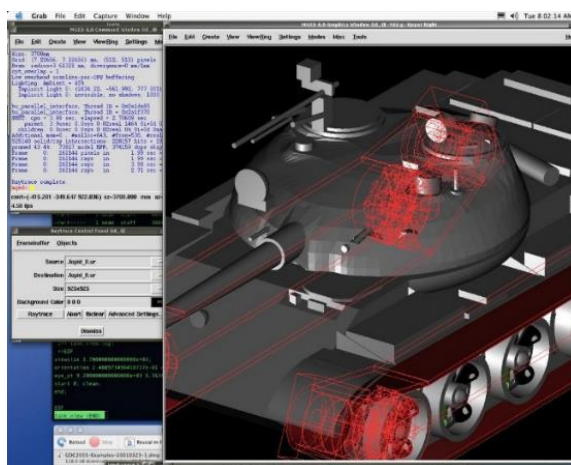
Программа 3DTin работает в браузере и является простой в использовании и обучении. В программе возможна работа с простыми трехмерными моделями (рис.31).



**Рисунок 31 – Рабочее окно программы 3DТin**

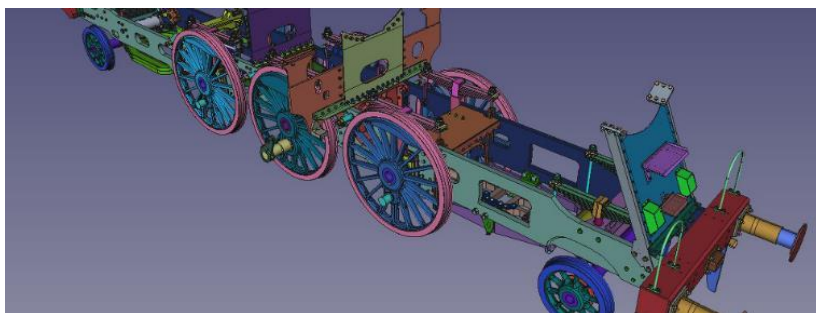
Программное обеспечение Blender создано для моделирования трехмерных объектов. По сравнению с другими САПР не требует большого количества места. Востребована по сравнению с другими бесплатными программами благодаря стабильной работе и технической поддержке. Имеет большой функционал возможностей.

Программа BRL-CAD доступна для бесплатного использования (рис.32). Является мощной программой с открытым исходным кодом для моделирования трехмерных объектов.



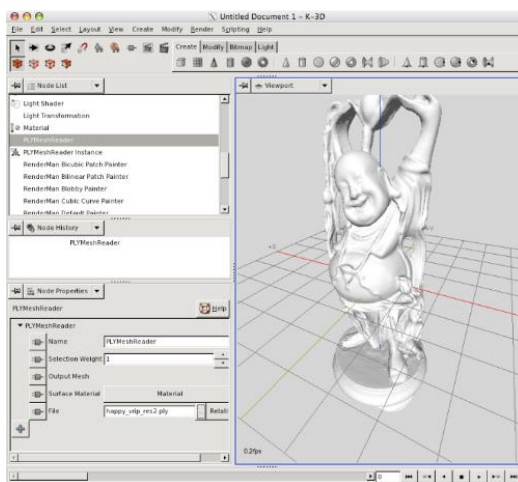
**Рисунок 32 – Рабочее окно системы BRL-CAD**

Программа FreeCAD (рис.33) с открытым исходным кодом, позволяющая моделировать трехмерные модели.



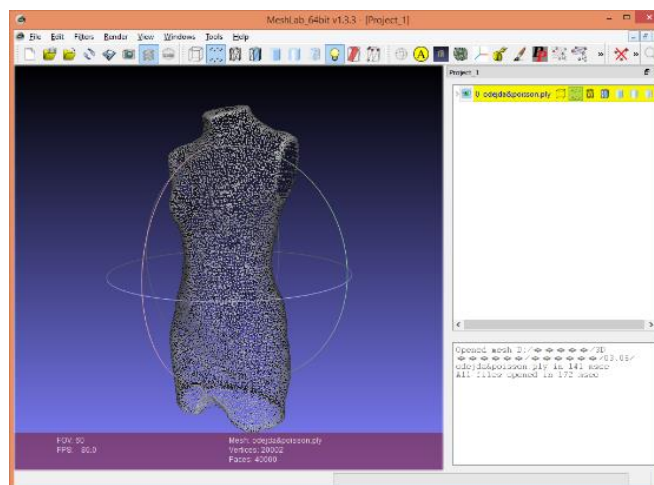
**Рисунок 33 – Трехмерная модель, созданная в программе FreeCAD**

Программное обеспечение *K-3D* предназначено для 3D моделирования трехмерных объектов для анимации. Возможно расширение функционала за счет установки различных плагинов (рис.34). Программа доступна бесплатно для учебных и коммерческих целей.



**Рисунок 34 – Редактирование трехмерной модели в программе K-3D**

Программа *MeshLab* [105] предлагает большое количество фильтров для корректировки трехмерных объектов. А также имеет набор инструментов, позволяющих создавать трехмерные объекты по 2D изображениям (рис.35).



**Рисунок 35 – Рабочее окно программы MeshLab**

Программа *Netfabb* предоставляет возможность работать с файлами формата *stl*, а также имеет интуитивно понятный интерфейс и удобен в использовании.

Программа *SketchUp* позволяет работать как с простыми, так и сложными трехмерными объектами. Функционал программы содержит инструменты для создания сечений в различных плоскостях. В приложении А подробно рассмотрены программы 3D моделирования.

Рассмотрены существующие универсальные программы для моделирования трехмерных моделей. Выявлены компании, занимающиеся производством манекенов. В качестве самого перспективного и экологичного способа производства выделено применение 3D печати. Использование данного способа производства позволит уменьшить сроки появления товаров в продаже и улучшить качество изделий.

#### **1.4 Формирование концепции проектирования внешней формы манекена на основе применения трехмерных и цифровых технологий**

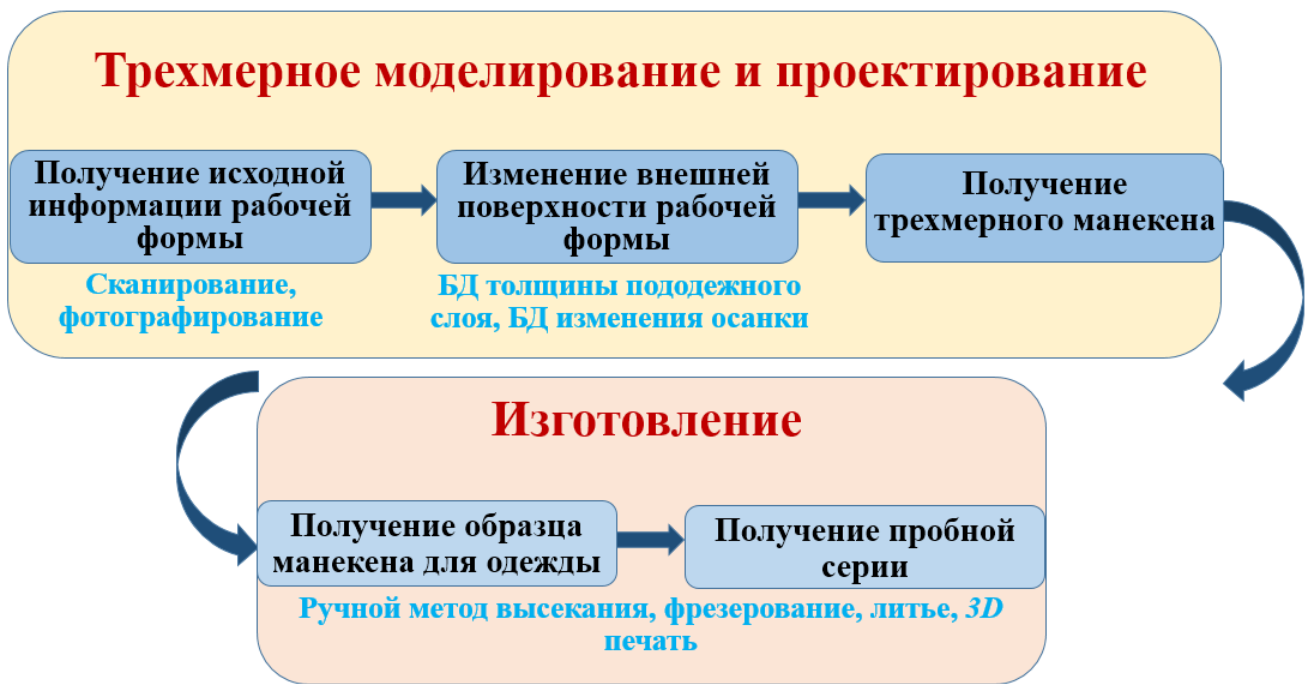
Проектирование манекенов трудоемкий процесс, который требует больших временных затрат на разработку и изготовление каждого манекена. Основными пунктами данной концепции (рис.36) по проектированию манекенов становятся: получение исходной информации рабочей формы;

изменение внешней поверхности рабочей формы; получение трехмерного манекена; изготовление манекена для одежды; изготовление серий массового производства.

Технологии трехмерного сканирования и проектирования сложных объектов дают возможность получить достоверную информацию о внешней поверхности фигуры человека. Данную информацию добывают либо сканированием фигуры человека, либо трехмерным моделированием сечений фигуры. В следствии чего получают рабочую форму для проектирования манекена для одежды.

На этапе изменения внешней поверхности рабочей формы обращаются к методике изменения осанки в зависимости от высоты каблука и базе данных толщины пододежного слоя. Далее следует этап получения трехмерного манекена, после которого происходит изготовление индивидуального манекена или матрицы для массового производства. Матрицу производят автоматическим или ручным способами. Автоматический способ предполагает 3D печать, фрезерование. Использование 3D печати при проектировании матрицы значительно уменьшает процесс изготовления и занимает от двух до четырех дней. При этом печать фигуры человека в полный рост занимает 24 часа.

Проектирование трехмерных манекенов для одежды, на основе скорректированных данных о внешней форме, толщине пододежного слоя и величинах отклонения осанки в зависимости от высоты каблука позволит ускорить производство изготовления одежды. А также позволит повысить качество проектируемой одежды, так как проведение настоящих и виртуальных примерок будет проходить с учётом распределения толщины пододежного слоя и изменения осанки в зависимости от высоты каблука.



**Рисунок 36 – Концептуальная модель**

Представленная концепция указывает пути возможных решений разнообразных технических задач, стоящих перед специалистами при проектировании внешней формы манекена для одежды.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

1. Анализ существующих способов получения исходной информации о поверхности фигуры показал, что существующие отраслевые разработки в области *3D* сканирования тела человека дают возможность создать базу данных фигуры человека и манекенов. Проведенный анализ результатов российских и зарубежных исследований показывает рациональность создания базы данных трехмерных моделей, отличающихся антропометрически достоверными характеристиками внешней формы.
2. Анализ способов задания формы трехмерных манекенов показал, что *3D* манекены для одежды разделяют на манекены, полученные трехмерным сканированием, параметрические манекены и манекены для получения конструкции одежды. Выявлено, что существуют сложности формирования трехмерной поверхности точно соответствующей исходному объекту.
3. Рассмотрены существующие универсальные программы для моделирования трехмерных моделей. Выявлены компании, занимающиеся производством манекенов. В качестве самого перспективного и экологичного способа производства выделено применение *3D* печати. Использование данного способа производства позволит уменьшить сроки появления товаров в продаже и улучшить качество изделий.
4. Представленная концепция указывает пути возможных решений разнообразных технических задач, стоящих перед специалистами при проектировании внешней формы манекена для одежды. Проектирование трехмерных манекенов для одежды, на основе скорректированных данных о внешней форме, толщине пододежного слоя и величинах отклонения осанки в зависимости от высоты каблука позволит ускорить производство изготовления одежды. А также позволит повысить качество проектируемой одежды, так как проведение настоящих и виртуальных примерок будет проходить с учётом распределения толщины пододежного слоя и изменения осанки в зависимости от высоты каблука.

## **2 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ФОРМЕ ФИГУРЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТИПОВЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ МАНЕКЕНОВ**

Система трехмерного сканирования позволяет получить исходную информацию, с помощью которой собирают данные об особенностях внешней формы фигуры с высокой точностью. С течением времени данные системы стали необходимыми в производстве одежды и удаленном сотрудничестве между заказчиком и конструктором. С помощью систем трехмерного сканирования клиент может получить трехмерную модель своей фигуры и далее направить ее на производство или в ателье для обработки и получения конструктором конструкции одежды и проведения виртуальных примерок. При использовании систем трехмерного сканирования производство и эксплуатация одежды станет экономичнее. Уменьшится количество неиспользованной одежды за счет удовлетворения посадкой швейных изделий.

### **2.1 Разработка информационно-технической структуры модуля получения цифрового образа фигуры**

На данный момент времени существует огромное количество установок сканирования объектов разных уровней сложности в разных ценовых сегментах рынка, подробное описание, которых приведено в п.1.1. На основе анализа существующих систем, применение глубинных сенсоров выделено как самое перспективное направление, обеспечивающее высокую точность и скорость получения исходной информации о внешней форме объектов. В работе предложено несколько вариантов систем трехмерного сканирования, в которых используют устройство Microsoft Kinect Xbox 360 [106].

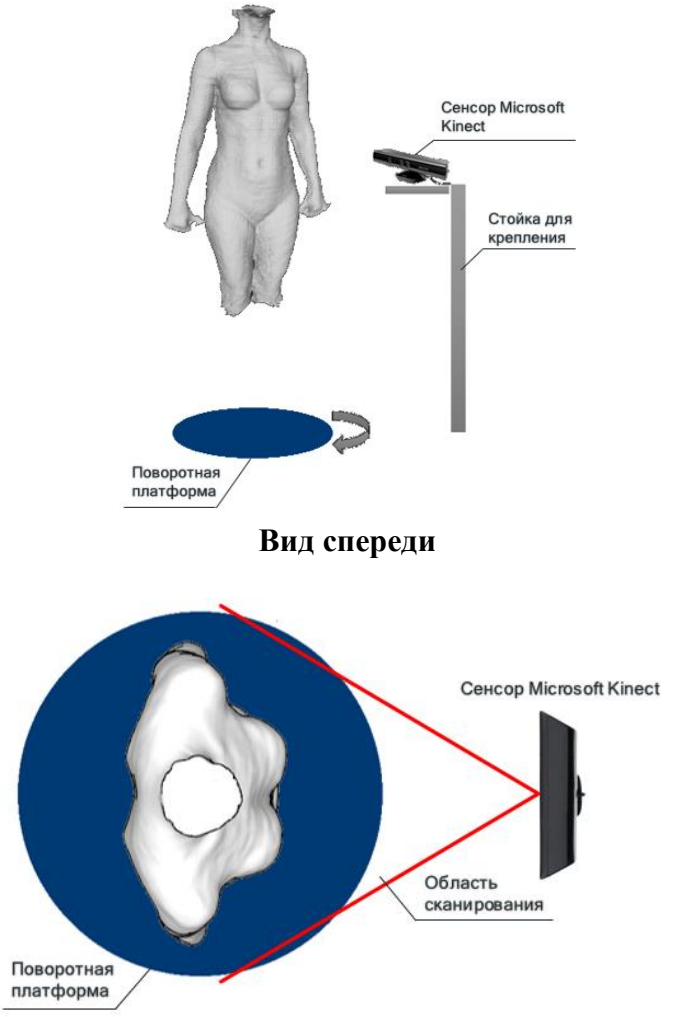
Техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры построена с учетом требований к объему используемой информации, обеспечивая необходимую скорость и производительность работы.



Информационно-техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры состоит из глубинных сенсоров и программного обеспечения, позволяющего использовать оборудование в качестве модуля [107]. Предложено два варианта модуля получения цифрового образа фигуры, спецификация оборудования и схематичный внешний вид приведены в таблице 2. Первый модуль сканирования состоит из одного сенсора Microsoft, вращающейся платформы, установки обработки данных (компьютер + программное обеспечение). При сканировании тела человека сенсор устанавливается, ориентируясь на линию талии. Второй модуль сканирования представлен с двумя сенсорами Microsoft, вращающейся платформы, установки обработки данных (компьютер + программное обеспечение). Данная схема сканирования позволяет получать трехмерные модели тела человека в полный рост.

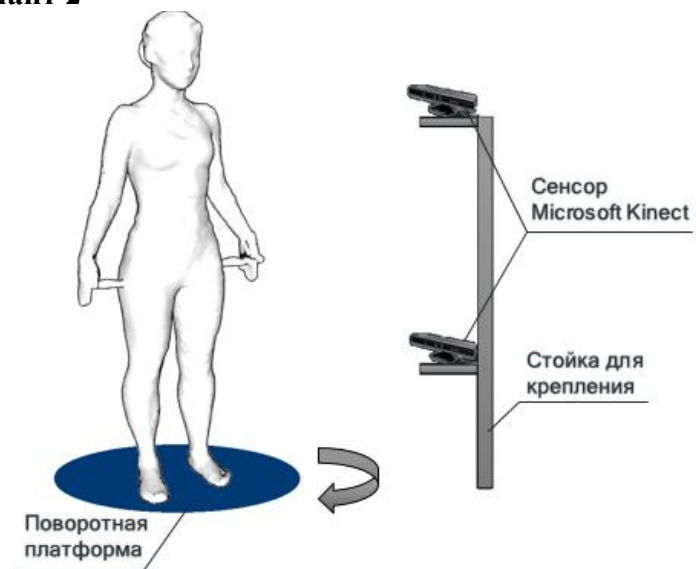
Человек при сканировании стоит прямо без напряжений и зажимов в теле, пятки вместе носки разведены. Положение ног должно быть устойчивым, спокойным и комфортным для измеряемого человека. Волосы собраны на затылке в пучок, открывая заднюю поверхность шеи.

**Таблица 2 Схематичный внешний вид оборудования для модуля получения цифрового образа фигуры**

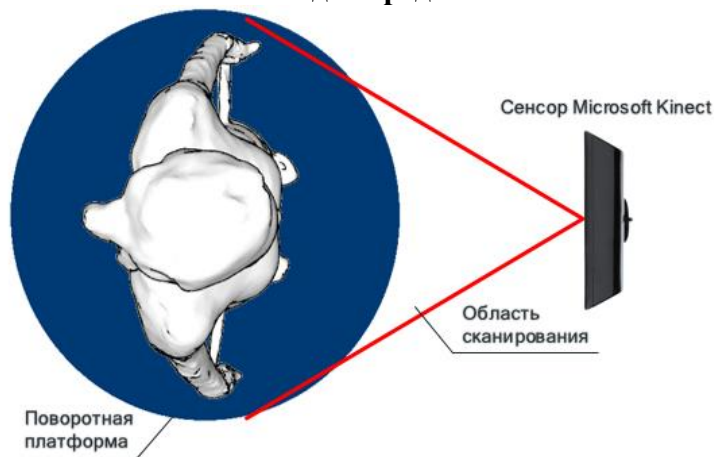
Название и внешний вид	Спецификация	Реализуемые функции
<p><b>Вариант 1</b></p>  <p>Сенсор Microsoft Kinect</p> <p>Стойка для крепления</p> <p>Поворотная платформа</p> <p><b>Вид спереди</b></p> <p>Сенсор Microsoft Kinect</p> <p>Область сканирования</p> <p>Поворотная платформа</p> <p><b>Вид сверху</b></p>	<p>Глубинный сенсор Microsoft Kinect</p> <p>Поворотная платформа</p> <p>Стойка для крепления сенсоров/штатив</p> <p>Компьютер для сбора информации с глубинного сенсора</p> <p>Держатель Manfrotto 035 super clamp</p> <p>Держатель Manfrotto MR045</p> <p>Компьютер для обработки полученной информации</p> <p>Коммутатор для передачи информации с глубинных сенсоров в компьютер для обработки информации</p> <p>Виртуальная матрица для калибровки сенсоров</p>	<p>Подходит для использования в качестве мобильной установки с возможностью выезда к заказчику</p> <p>Скорость получения и обработки трехмерных моделей 60 сек.</p> <p>Погрешность измерений 3 мм.</p> <p>Размер измеряемых объектов: Высота от 0,3 м до 1,2 м.</p> <p>Возможности применения: Получение цифрового образа отдельных частей тела человека (торс, верхняя опорная поверхность, нижняя опорная поверхность, верхние и нижние конечности)</p>

## Продолжение таблицы 2

### Вариант 2



Вид спереди



Вид сверху

Два глубинных сенсора Microsoft Kinect
Поворотная платформа
Стойка для крепления сенсоров/штатив
Два компьютера для сбора информации с глубинного сенсора
Два держателя Manfrotto 035 super clamp
Два держателя Manfrotto MR045
Компьютер для обработки полученной информации
Коммутатор для передачи информации с глубинных сенсоров в компьютер для обработки информации
Виртуальная матрица для калибровки сенсоров
Три стойки для крепления сенсоров/штатив
Шесть компьютеров для сбора информации с глубинного сенсора
Шесть держателей Manfrotto 035 super clamp
Шесть держателей Manfrotto MR045
Компьютер для обработки полученной информации
Коммутатор для передачи информации с глубинных сенсоров в компьютер для обработки информации
Виртуальная матрица для калибровки сенсоров

Подходит для использования в качестве мобильной установки с возможностью выезда к заказчику

Скорость получения и обработки трехмерных моделей 60 сек.

Погрешность измерений 5 мм.

Размер измеряемых объектов: Высота от 0,3 м до 2 м.

Возможности применения: Получение цифрового образа тела человека в полный рост.

Методика проведения процесса сканирования человека необходима для уменьшения погрешности, вносимой человеком. Физические действия человека – дыхание, микродвижения тела, сносят погрешность в процесс сканирования. Поэтому крайне важно соблюдать строгий регламент во время сканирования и сам процесс сканирования должен занимать минимальное количество времени. Человек при сканировании стоит прямо без напряжений и зажимов в теле, пятки вместе носки разведены. Положение ног должно быть устойчивым, спокойным и комфортным для измеряемого человека. Волосы собраны на затылке в пучок, открывая заднюю поверхность шеи.

Для организации оптимального процесса сканирования, обеспечивающего заданную в 3 мм погрешность получаемых размерных признаков выполнено исследование по определению требуемого расстояния от объекта до глубинного сенсора. Предмет исследований в данном эксперименте – манекен для одежды. Диапазон измерений выбирают от 40 см до 140 см с шагом 10 см.

Программа эксперимента [108]:

- Расположить глубинный сенсор на заданном расстоянии от пола. Высоту установки сенсора выбирают, ориентируясь на уровень линии талии манекена;

- Расположить манекен на вращающуюся платформу;





- Выполнить сканирование;

- Оценить полученную трехмерную модель по сформулированным критериям.

Достоверность трехмерных моделей измеряемого объекта определяют по качественным и количественным критериям оценки. В роли качественных критериев оценок служат: замкнутость контура, сглаженность поверхности, шумы (наличие несуществующих вершин и полигонов). Количественные критерии оценок - длина трехмерной модели;

объем файла; количество вершин и полигонов; погрешность. Данные представлены в таблице 3 и 4 полные сведения приведены в Приложении Б.

**Таблица 3 Оценка сканированных трехмерных моделей (фрагмент)**

от Растояние сенсора	Трехмерная модель		Количество вершин/полигонов	Объем файла (МБ)	Длина трехмерной модели (см)	Замкнутость контура трехмерной модели	Сглаженность поверхности	Шумы (наличие несуществующих вершин и полигонов)
4 0 см	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид сбоку</p> 	<p>Вид сзади</p>  <p>Вид сбоку</p> 	224327 / 440331	13,1	43,5 см	Не замкнут	Сглаженная	более 1000 вершин

В таблице 4 представлены сравнительные данные измеряемых трехмерных объектов. Длина трехмерных моделей на разной удаленности до сенсора одинаковая. Все трехмерные модели уменьшены в длине до наименьшего трехмерной модели, полученной при сканировании на расстоянии 40 см до сканера Microsoft Kinect. Произведено сравнение количества вершин и полигонов, а также выявлена погрешность между физическими объектами сканирования и трехмерными моделями на разных антропометрических уровнях.

**Таблица 4 Результаты количества вершин и полигонов, погрешности на разных антропометрических уровнях**

Расстояние	Количество вершин и полигонов	Погрешность (мм)		
		Обхват груди третий (Т16)	Обхват груди четвертый (Т17)	Обхват талии (Т18)
40 см	212 979 вершин 419 664 полигонов	-	-	-
50 см	216 319 вершин 430 923 полигонов	0 мм	1 мм	1 мм
60 см	357 259 вершин 712 049 полигонов	1 мм	1 мм	1 мм
70 см	525 386 вершин 1 047 143 полигонов	1 мм	1 мм	1 мм
80 см	641 312 вершин 1 272 778 полигонов	1 мм	1 мм	1 мм
90 см	657 977 вершин 1 305 985 полигонов	1 мм	1 мм	1 мм
100 см	657 923 вершин 1 305 823 полигонов	2 мм	2 мм	2 мм
110 см	679 919 вершин 1 351 581 полигонов	3 мм	2 мм	3 мм
120 см	506 541 вершин 1 010 589 полигонов	4 мм	3 мм	3 мм
130 см	484 614 вершин 967 222 полигонов	4 мм	3 мм	4 мм
140 см	416 702 вершин 831 351 полигонов	5 мм	4 мм	4 мм

Данный эксперимент показал, что оптимальный диапазон расстояний от глубинного сенсора Microsoft Kinect до сканируемого предмета равно от 60 до 90 см [108]. В ходе эксперимента получено высокое качество распознавания объекта с погрешностью до 3 мм. Высоту расположения сенсора относительно пола изменяют в зависимости от области захвата измеряемого объекта.

## **2.2 Исследование зоны соприкосновения верхних конечностей с туловищем человека в области проймы**

В процессе исследования внешней формы фигуры человека с помощью систем трехмерного сканирования установлена потребность дополнительного изучения зоны соприкосновения верхних конечностей с туловищем человека в зоне подмышечной впадины. При сканировании фигуры человека в области взаимного расположения рук относительно туловища возникает темная зона. С целью исследования темной зоны предложено рассмотреть трехмерные модели одной фигуры с разным углом отведения верхних конечностей в пространстве относительно туловища (таблица 5).

Отведение плеча проходит три фазы. Первая фаза отведения плеча начинается от положения покоя руки относительно туловища до 60 градусов с участием плечевого сустава, дельтовидной и надостной мышц. Далее идет вторая фаза от 60 градусов до 120 градусов, требующая включения лопаточно-грудного сустава и мышц,двигающих лопатку. Затем третья фаза от 120 градусов до 180 градусов (таблица 5).

В данной работе при сканировании рассматривают только первую фазу отведения плеча, в связи с наименьшим изменением внешней поверхности фигуры человека. Разделение отведения плеча на фазы является условным, т.к. в теле человека движения переходят одно в другое. Мышцы, действующие на лопатку во второй фазе, начинают ее

поворачивать раньше, чем угол между плечом и туловищем достигнет 60 градусов [109 - 112].

**Таблица 5 Мышцы, участвующие в отведении рук**

Фаза	Диапазон отведения	Мышцы и суставы, участвующие в отведении
Первая	От 0 градусов до 60 градусов	плечевой сустав; дельтовидная и надостная мышцы; подостная мышца; малая круглая мышца; подлопаточная мышца; двуглавая мышца; клювовидно-плечевая мышца.
Вторая	От 60 градусов до 120 градусов	Плечевой сустав и лопаточно-грудной сустав; дельтовидная и надостная мышцы; подостная мышца; малая круглая мышца; подлопаточная мышца; двуглавая мышца; клювовидно-плечевая мышца; трапециевидная мышца; широчайшая мышца спины; мышца, поднимающая лопатку; малая грудная мышца; передняя зубчатая мышца.
Третья	От 120 градусов до 180 градусов	Плечевой сустав и лопаточно-грудной сустав; дельтовидная и надостная мышцы; подостная мышца; малая круглая мышца; подлопаточная мышца; двуглавая мышца; клювовидно-плечевая мышца; трапециевидная мышца; широчайшая мышца спины; мышца, поднимающая лопатку; малая грудная мышца; передняя зубчатая мышца. Наклон туловища.

На первом этапе производят сканирование фигуры человека в статическом положении рук, зафиксированными в привычном положении вдоль туловища человека и в динамическом положении рук с разным углом между плечом и туловищем.




Поза фигуры человека в статическом положении рук сканированного с опущенными руками: при сканировании человек стоит прямо вес тела распределен равномерно между двумя конечностями. Руки свободно опущены вдоль туловища или отведены на заданный угол. Отведение плеча производят только во фронтальной плоскости.

Затем трехмерные модели обрабатывают и находят значения размерных признаков (табл.6). Размерные признаки T5, T98, T4, T10, T6, T11, T87 измеряют по вертикали от уровня ягодичных точек.



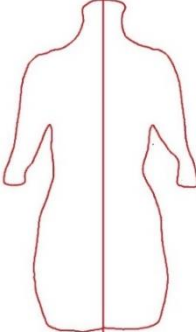
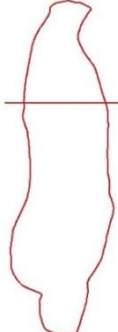
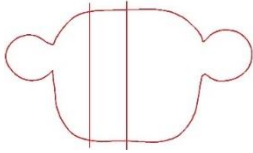
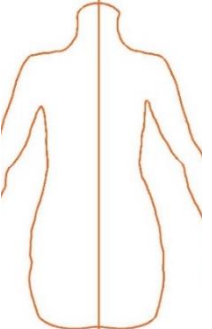

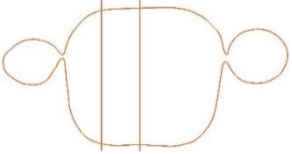


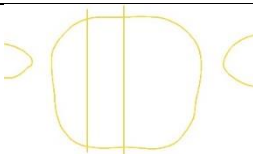
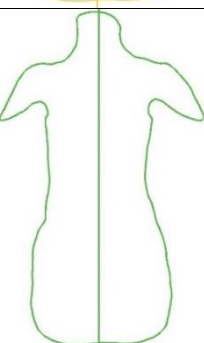

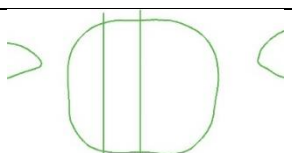
Полный перечень измерений проведенного исследования приведён в Приложении В.

**Таблица 6 Значения измерений размерных признаков при отведении рук на заданный градус (фрагмент)**

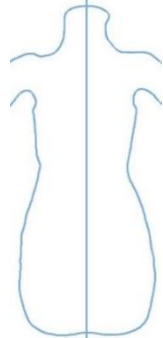

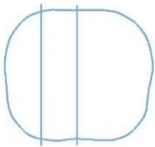
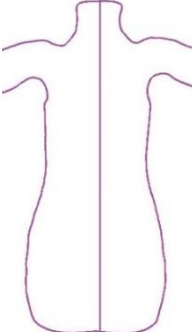
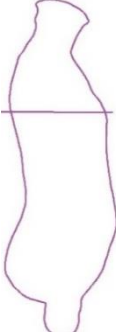
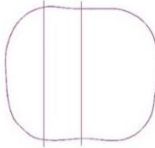
Угол отведен	Трехмерные модели	T5	T98	T4	T10	T6	T11	T87	T35a	T36a	T40	T43	T45	T46	T47
Естественное		52,8	55,4	58,8	60,6	38,1	43,0	42,2	25,6	43,7	41,4	42,1	34,5	15,4	33,2
15 градусов	Вид спереди 	52,9	55,4	58,8	60,6	38,1	43,0	42,2	25,6	43,7	41,4	42,1	34,6	15,4	33,2
	Вид 3/4 														
	Вид сзади 														

В таблицах 7 и 8 представлены сечения трехмерных моделей с разным углом отведения рук относительно туловища.

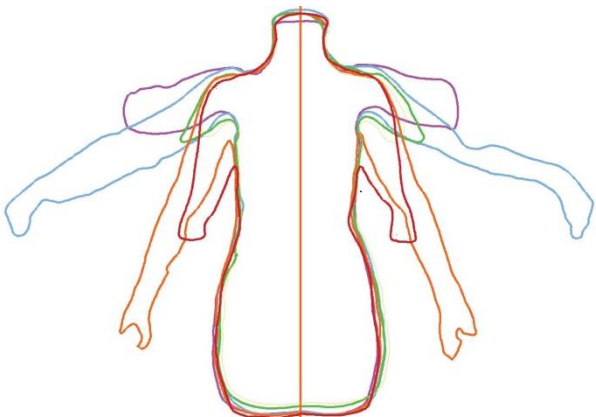
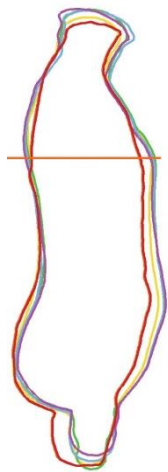

**Таблица 7 Сечения с разным углом отведения рук**

Угол отведения	Сечения		
	Фронтальное через плечевые точки	Центральная сагиттальная	Горизонтальное на уровне обхвата груди третьего
1	2	3	4
Естественно е положение			
15 градусов			
30 градусов			
45 градусов			

**Продолжение таблицы 7**

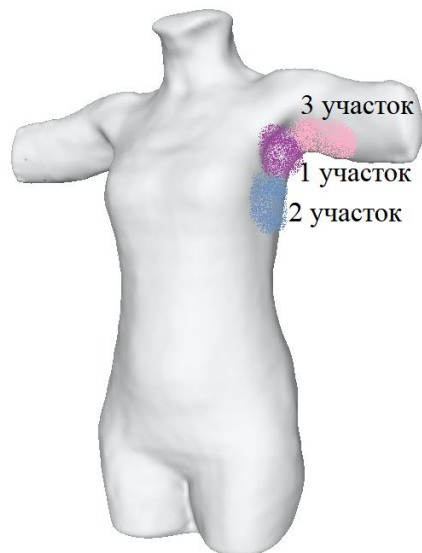
1	2	3	4
60 градусов			
90 градусов			

**Таблица 8 Наложённые сечения**

Фронтальное через плечевые точки	Центральная сагиттальная	Горизонтальное на уровне обхвата груди третьего
		

В таблице 9 предложена оценка величин отклонений размерных признаков в динамике от размерных признаков в статике. Снятие размерных признаков производили в виртуальной среде по методике, представленной в п. 2.3.

Визуальная оценка распознавания области подмышечных впадин при различном отведении рук представлена в таблице 9. Визуальное распознавание разделили на три участка (1 участок подмышечной впадины, 2 участок туловища и 3 участок внутренней поверхности руки) (рис.37).



**Рисунок 37 – Участки распознавания области подмышечной впадины на трехмерной модели**

Каждый участок оценивался по следующим показателям: восстановленная поверхность; сглаженность.

**Таблица 9 Оценка отклонений размерных признаков в статике и динамике и распознавание области подмышечных впадин**

<b>Количество размерных признаков без изменений</b>				
15 градусов	30 градусов	45 градусов	60 градусов	90 градусов
12 р.п. 85%	9 р.п. 65%	2 р.п. 15%	1 р.п. 7 %	0 р.п. 0%
<b>Количество размерных признаков с допустимой погрешностью 3 мм</b>				
15 градусов	30 градусов	45 градусов	60 градусов	90 градусов
14 р.п. 100%	14 р.п. 100%	10 р.п. 71%	7 р.п. 50 %	2 р.п. 14%
<b>Визуальное распознавание области подмышечных впадин</b>				
15 градусов	30 градусов	45 градусов	60 градусов	90 градусов
Восстановленная поверхность, %				
50%	95%	100%	100%	100%
Сглаженность поверхности				
невозможно распознать	сглаженная	сглаженная	сглаженная	сглаженная

Таким образом, с учетом анализа результатов размерных признаков диапазон отведения рук относительно туловища составляет от 0 градусов до 30 градусов. Учитывая распознаваемость зоны подмышечной впадины диапазон отведения рук относительно туловища составляет от 30 градусов и более. Предлагаемый угол отведения рук относительно туловища равен 30 градусами. Исследована область соприкосновения верхних конечностей с туловищем человека в зоне подмышечной впадины. Доказана возможность сканирования индивидуальных фигур с отведением рук относительно туловища 30 градусов. При сканировании фигуры с таким положением верхних конечностей распознаваемость участка в области подмышечной впадины повышается на 95%, а увеличение погрешности измерений размерных признаков не превышает 5%, что соответствует требованиям ГОСТ.

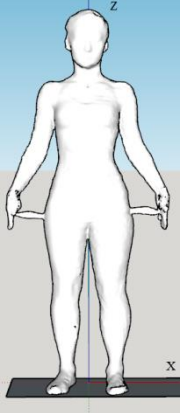

### **2.3 Разработка методики определения антропометрических точек и размерных признаков в виртуальной среде**

Проектирование манекенов с использованием технологий 3D сканирования требует проведения антропометрических исследований по изучению индивидуальных особенностей внешней формы женских фигур. Применение трехмерного исследования позволяет улучшить антропометрическое соответствие фигуры человека манекенам для одежды. Определение антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели тела человека позволяет получить данные, описывающие внешнюю форму женских фигур. Полученные данные гарантируют проведение антропометрических исследований в виртуальной среде.

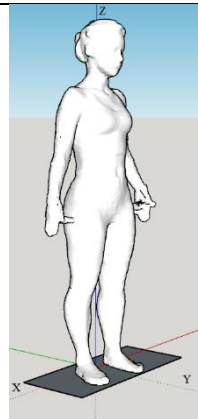
Процедуру антропометрического исследования с целью получения сравнимых данных измерения проводят между антропометрическими точками трехмерной модели. Идентификацию антропометрических точек

начинают с определения в пространстве осей человека. Оси человека определяют (табл.10), как фронтальная, сагиттальная и горизонтальная оси. На оси OZ лежит фронтальная плоскость OZX, проходящая через точки основания шеи сбоку. Горизонтальная ось (OX) расположена на уровне пола: опоры ступней, на которой лежит горизонтальная плоскость (OXY). Сагиттальная ось (OY) совпадает с сагиттальной плоскостью (OYZ), которая пересекает точку основания шеи спереди и точку основания шеи сзади. Оси OX, OY, OZ взаимно перпендикулярны и образуют правую прямоугольную систему координат.

**Таблица 10 Методика определения осей человека в виртуальной среде**

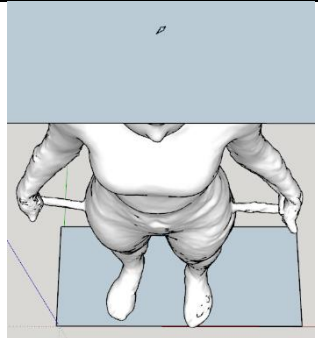
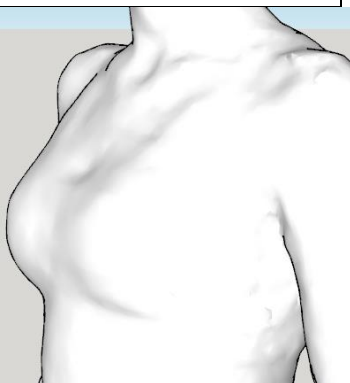
Обозначение оси человека	Название оси человека	Определение оси человека в виртуальной среде	Изображение
1	2	3	4
OZ	фронтальная	На фронтальной оси (OZ) лежит фронтальная плоскость (OZX), которая проходит через точки основания шеи сбоку.	
OY	сагиттальная	На сагиттальной оси (OY) лежит сагиттальная плоскость (OYZ), которая пересекает точки основания шеи спереди и сзади.	

### Продолжение таблицы 10

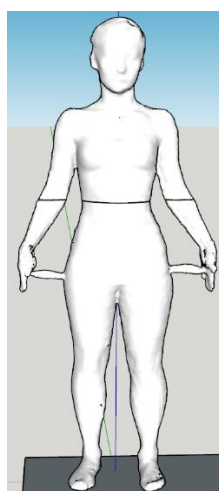
1	2	3	4
OX	горизонтальная	На горизонтальной оси (OX) лежит горизонтальная плоскость (OXY), которая совпадает с уровнем пола.	

Методика определения антропометрических точек (табл.11) в виртуальной среде приведена в приложении Г.

**Таблица 11 Методика определения антропометрических точек в виртуальной среде (фрагмент)**

Обозначение антропометрической точки	Название антропометрической точки	Определение антропометрической точки в виртуальной среде	Изображение
а	верхушечная	Расположить трехмерную модель в положении «вид спереди», создать вспомогательную горизонтальную плоскость и установить ее на высшей точке темени головы. Расположить трехмерную модель в положении «вид сверху» и промаркировать антропометрическую точку.	
д	верхнегрудинная	Трехмерную модель поворачивают вокруг своей оси слева направо и определяют яремную вырезку. В центре яремной вырезки расположена верхнегрудинная точка.	

На основе документа ГОСТ 31396-2009 [113] точку уровня талии находят, как точку середины расстояния между верхним краем подвздошной кости и нижним краем ребра. В виртуальной среде на трехмерной модели определение места расположения этих антропометрических точек невозможно. Поэтому точку уровня талии определяют по наиболее вдавленной части боковой поверхности туловища (рис.38). Трехмерную модель располагают в положение «вид спереди» и устанавливают горизонтальную плоскость в наиболее вдавленной части туловища.



**Рисунок 38 – Нахождение наиболее вдавленной части боковой поверхности тела.**

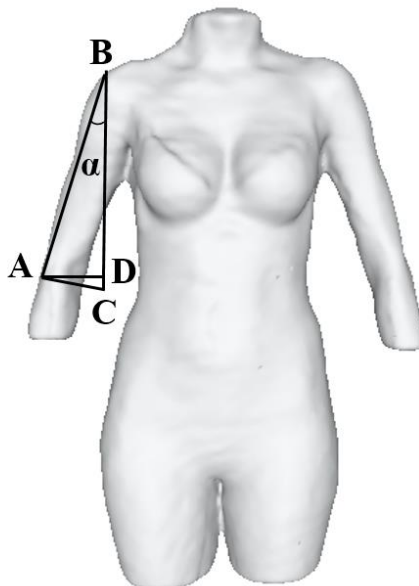
Если визуально нельзя найти наиболее вдавленную часть боковой поверхности туловища, то точку уровня талии определяют по размерной типологии женских фигур [114] с помощью величины размерного признака высоты линии талии (Т7). Данный способ нахождения точки линии талии возможен при трехмерной модели в полный рост. В другом случае точку уровня талии определяют с участием лучевой точки.

На первом этапе определения точки уровня талии находят лучевую точку (см. приложение Г).

На втором этапе на основе информации главы 2.2 следует, что лучевая точка отведена от фигуры человека на определенный угол с целью распознавания подмышечной зоны, следовательно, расположение лучевой



точки в динамике отличается от расположения лучевой точки в статике относительно уровня пола. Поэтому изменение высоты лучевой точки учитывают при нахождении высоты линии талии. Лучевая точка движется по окружности с радиусом длины плеча и центром в плечевой точке (рис.39).



**Рисунок 39 – Изменение положения лучевой точки в пространстве.**

Известно расстояние  $AB=BC$ , угол отведения  $\alpha$ ,  $AD$  перпендикулярно  $BC$ . Расстояние  $DC$  (1,2) находят как разность  $BC-BD$ , где

$$BD = AB \times \cos \alpha, \quad (1)$$

$$DC = BC - (AB \cos \alpha). \quad (2)$$

На расстояние  $DC$  смещают лучевую точку вниз. Для этих целей строят горизонтальную плоскость через лучевую точку в динамике (точка  $A$ ) и опускают ее вниз на расстояние  $DC$  (точка  $C$ ). После нахождения уровня лучевой точки в статике на трехмерной модели определяют высоту лучевой точки по размерной типологии [68]:

Высоту лучевой точки определяют по формуле (3):

$$T_{\text{луч}} = T_5 - (T_{32} - T_{31}), \text{ где} \quad (3)$$

$T_5$  – Высота плечевой точки,

T32 – Расстояние от точки основания шеи сбоку до лучевой,

T31 – Длина плечевого ската.

Далее находят величину разности высоты талии (T7) от высоты лучевой точки (Tлуч) по формуле (4):

$$\Delta = T_7 - T_{\text{луч}} \quad (4)$$

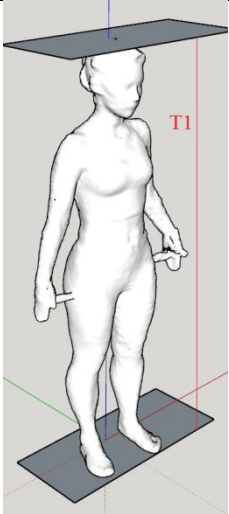
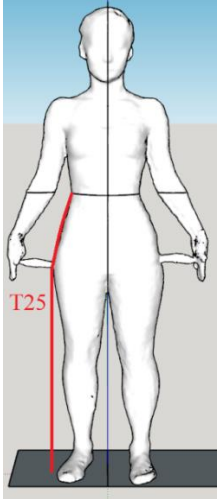
Величины размерного признака высоты лучевой точки (Tлуч) и величины разности высоты талии от высоты лучевой точки ( $\Delta$ ) приведены в приложении Д для 0-й полнотной группы размеры от 84 до 124; 1-й полнотной группы размеры от 80 до 124; 2-й полнотной группы размеры от 80 до 124; 3-й полнотной группы размеры от 80 до 124; 4-й полнотной группы размеры от 84 до 124; 5-й полнотной группы размеры от 88 до 124.

Конечным этапом в определении точки уровня талии горизонтальную плоскость, проведенную через лучевую точку в статике поднимают на величину  $\Delta$ .

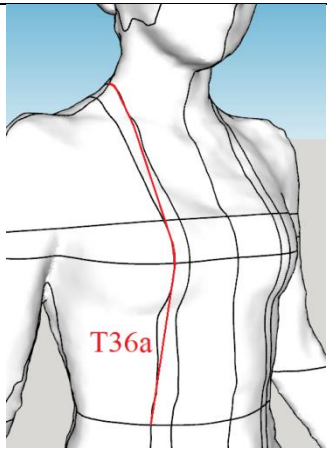
После нахождения и маркировки антропометрических точек определяют размерные признаки. В приложении Е и таблице 12 предложена методика определения размерных признаков в виртуальной среде.

В данной работе для нахождения исходной информации о поверхности фигуры используют две установки, в зависимости от выбранной установки сканирования информация о внешней форме женской фигуры различная. В связи с этим на некоторых трехмерных моделях измерения высот начинают с коленной точки.

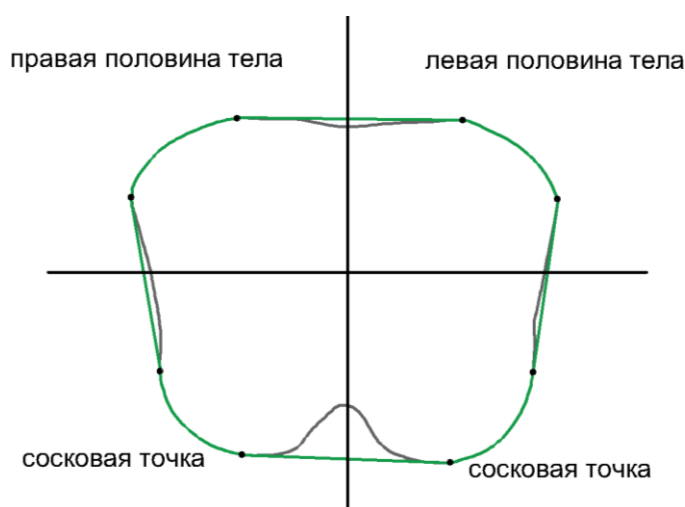
**Таблица 12 Определение размерных признаков фигуры человека в виртуальной среде (фрагмент)**

Номер размерного признака	Условное обозначение	Наименование размерных признаков	Определение размерных признаков в виртуальной среде (использование программ 3D моделирования Meshlab, SketchUp)	Рисунок
1	2	3	4	5
1	Р	Высота верхушечной точки	Строят две горизонтальные плоскости. На первую плоскость устанавливают на уровне верхушечной точки. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне пола. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями [115].	
25		Расстояние от линии талии до пола сбоку	Делают срез по боковой поверхности бедра, измеряют путь от линии талии по боковой поверхности бедра и далее строят вертикаль от наиболее выступающей боковой поверхности бедра до пола [115].	

### Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
36а		Расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии спереди (высота талии спереди)	Строят наклонную плоскость параллельную оси ОУ и проходящую через точку основания шеи сбоку и сосковую точку. Измеряют расстояние между точкой основания шеи сбоку через сосковую точку и до линии талии. Измерение от сосковой точки до линии талии производят в одной плоскости, параллельной центральной сагиттальной плоскости [115].	

Контактные дуговые измерения производят по поверхности тела сантиметровой лентой, что приводит к сглаживанию вогнутых участков тела. Для соответствия контактной методике исследования размеров тела человека все обхватные и поперечные размеры по поверхности трехмерной модели снимают при условии сглаживания вогнутостей (рис.41). На соседних участках выпуклости находят точки экстремума. Затем строят отрезок, ограниченный этими точками под вогнутостью тела. Данное действие имитирует контактное измерение сантиметровой лентой. На рисунке 40 продемонстрирован пример измерения на обхвате груди третьего.



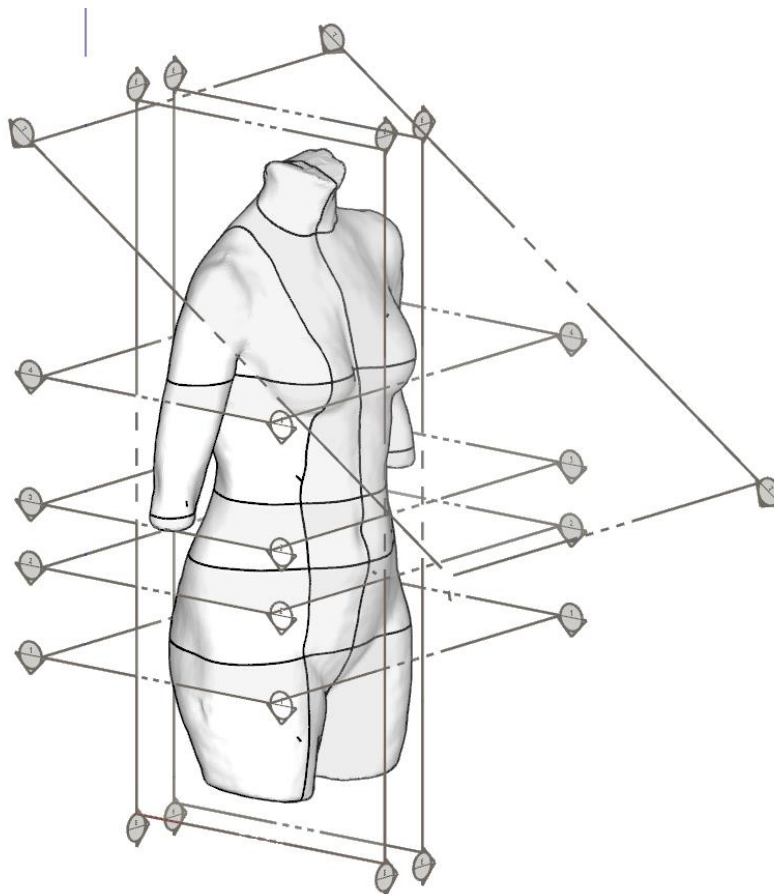
**Рисунок 40 – Снятие размерного признака - обхват груди третий**

При измерении фигуры ручным способом точность размерных признаков зависит того, кто измеряет и позы человека. При бесконтактном способе измерения погрешность составляет техника и поза измеряемого. Поэтому при сканировании человека внимательно следят за его естественной позой. Трехмерную модель измеряют бесконечное число раз и разные люди, что уменьшает погрешность измерений. Либо это может делать программное обеспечение по описанным выше алгоритма.

#### **2.4 Разработка базы данных трехмерных моделей женских фигур**

Современные тенденции проектирования одежды стремятся уйти от ручного труда в сторону автоматизированных способов. В связи с этим разработку манекенов для одежды следует проводить с использованием программного обеспечения в САПР. Для данной задачи формируют базу данных трехмерных фигур человека (таблица 13).

В приведенную таблицу 13 включены трехмерные модели женских фигур, которые были получены в результате исследований женских фигур первого взрослого периода с 21 до 35 лет (приложение Ж), произведено в общей сложности 600 сканирований и исследовано 200 женщин. В приложении Ж приведены сечения, которые были получены при обработке трехмерных моделей в САПР: горизонтальное сечение на уровне обхвата шеи (наклонное сечение); горизонтальное сечение на уровне обхвата груди третьего; горизонтальное сечение на уровне обхвата талии; горизонтальное сечение на уровне обхвата туловища горизонтального; горизонтальное сечение на уровне обхвата бедер без учета выпячивания живота; центральное сагиттальное сечение; сагиттальное сечение через правую сосковую точку (рис. 41).

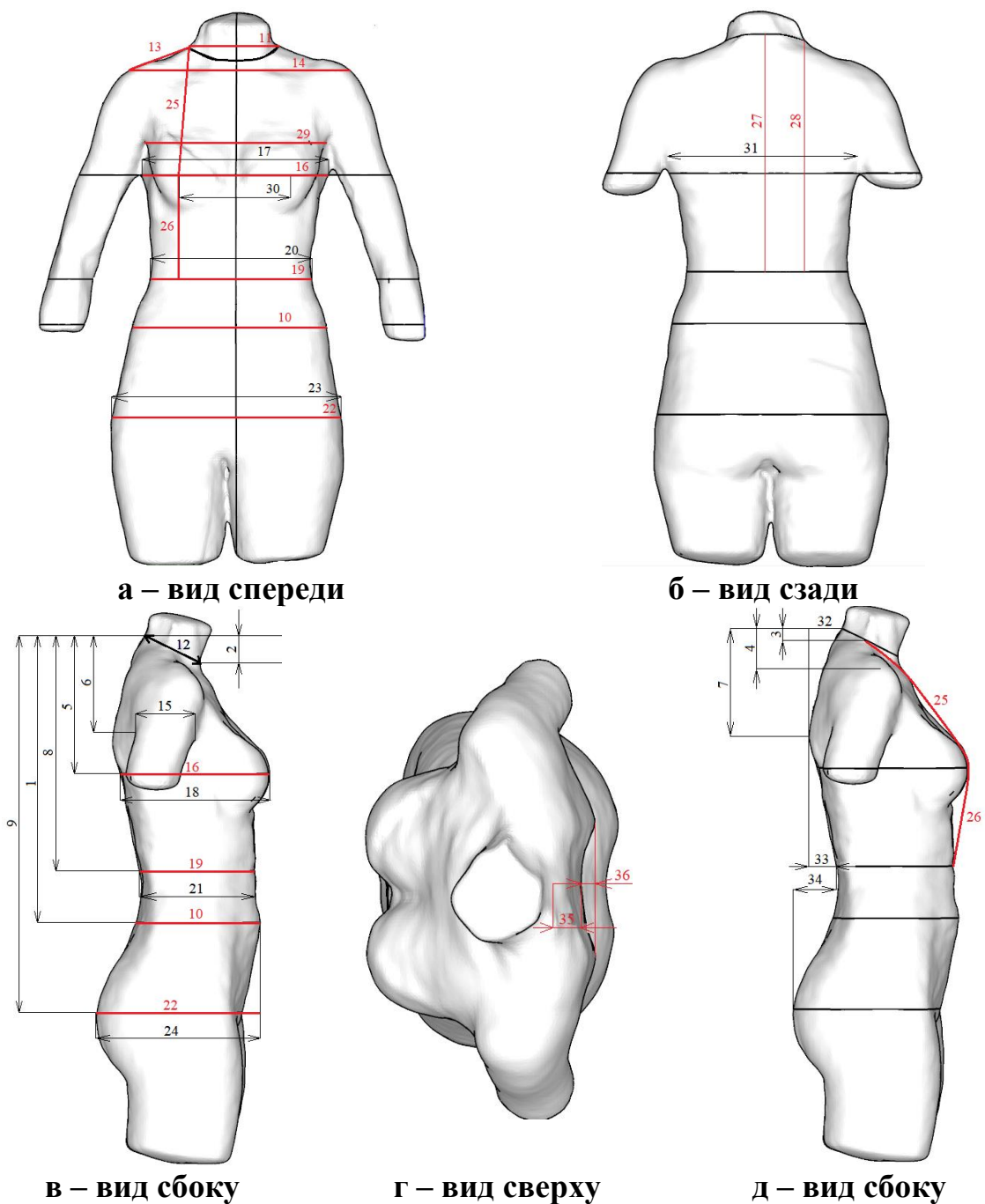


**Рисунок 41 - Набор сечений**

**Таблица 13. База данных трехмерных моделей женских фигур (фрагмент)**

Наименование	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4
Внешний вид трехмерной модели фигуры				
Сагиттальное сечение через правую сосковую точку				

На основе базы данных трехмерных моделей женских фигур проводят антропометрические исследования для данной выборки. Методика измерений представлена в таблице 14 (приложение 3). В приложении 3 перечислены размерные признаки, которые учитывают при проектировании трехмерных моделей женских фигур. Также в приложении 3 описана методика измерений трехмерных моделей, которые представлены на рис.42.



**Рисунок 42. Измерения величин на поверхности трехмерных моделей.**

**Таблица 14. Измерения трехмерных моделей женских фигур. (фрагмент)**

Номер измерения	Номер размерного признака	Наименование измерения	Методика измерения
1		Расстояние от точки основания шеи сзади до выступающей точки живота	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до выступающей точки живота
2		Расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи спереди	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи спереди
29		Проекционное измерение ширины груди	Измеряют проекционное расстояние между передними углами подмышечных впадин
30	46	Расстояние между сосковыми точками	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
31		Проекционное измерение ширины спины	Измеряют проекционное расстояние между задними углами подмышечных впадин

В таблице 15 (приложение II) приведены величины измерений трехмерных моделей женских фигур.

**Таблица 15 Величины измерений трехмерных моделей женских фигур (фрагмент)**

Номер измерения	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5	Модель 6	Модель 7	Модель 8	Модель 9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	44,1	44,0	44,9	43,3	45,5	54,4	49,7	47,8	47,8
2	3,4	4,8	4,2	5,0	5,9	5,0	5,5	5,7	5,5



**Продолжение таблицы 15**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1,4	2,0	0,9	2,5	1,6	1,8	1,5	1,5	1,3
4	5,4	5,5	4,3	5,4	5,1	6,8	4,9	5,4	5,0
5	21,0	19,5	19,5	21,9	23,5	25,9	21,0	24,5	20,3
6	14,7	13,8	14,8	16,5	13,2	17,0	15,5	14,7	13,7
7	16,1	17,4	17,3	17,4	14,6	17,5	18,3	16,6	17,6
8	37,1	32,9	35,4	34,8	36,5	41,7	38,7	37,8	36,1
9	58,4	54,3	57,8	57,4	57,6	60,6	59,9	55,6	58,9
10	77,8	92,2	88,0	94,4	83,6	102,9	81,3	99,1	83,0
11	12,5	13,2	10,9	12,9	10,2	12,3	13,2	12,1	13,0
12	9,3	10,2	9,5	10,3	10,7	10,8	10,1	11,4	9,2
13	11,4	10,9	10,9	11,3	11,7	12,6	11,3	11,6	10,7
14	35,4	34,1	32,9	36,7	34,0	34,3	33,9	33,6	34,1
15	9,4	10,4	10,0	12,5	9,9	12,1	10,3	13,5	7,9
16	88,1	97,4	90,4	95,3	90,0	102,2	86,2	102,5	83,8
17	25,4	28,8	28,1	28,9	27,3	30,1	25,3	29,2	26,9
18	22,5	25,1	22,6	23,7	24,9	27,1	22,1	28,4	19,9
19	67,6	79,3	73,9	82,8	72,4	85,4	62,6	90,5	68,9
20	24,6	27,1	26,4	30,1	25,7	29,2	22,4	29,3	25,5
21	17,4	22,9	19,7	21,9	18,7	23,8	15,2	25,2	17,0
22	95,8	97,6	97,8	105,6	97,4	104,5	94,9	105,3	87,6
23	35,2	35,3	36,3	37,6	35,4	36,8	34,6	37,5	33,1
24	25,1	27,8	26,5	29,9	25,8	29,9	23,0	28,9	21,7
25	24,3	23,8	24,0	24,5	27,2	29,6	24,7	29,0	23,0
26	40,7	37,9	40,1	37,1	40,8	45,9	42,6	42,9	39,3
27	38,0	34,2	37,3	37,0	39,4	44,4	41,2	41,5	37,7
28	40,7	34,3	36,9	40,9	40,8	46,1	42,8	41,7	39,7
29	27,5	28,9	29,9	32,1	29,5	31,4	26,4	31,6	29,2
30	16,1	17,4	17,6	17,8	14,2	18,4	15,6	18,3	15,4
31	30,6	32,6	30,7	33,3	30,4	33,6	30,4	31,0	30,5
32	4,5	5,5	5,4	5,4	8,1	8,8	6,8	9,0	6,9
33	4,8	2,1	4,4	5,6	4,5	3,8	6,1	3,5	2,5
34	7,5	5,8	6,3	6,3	5,8	6,5	6,8	5,4	3,2
35	2,7	4,6	4,4	4,3	6,9	7,6	5,2	7,4	5,0
36	1,7	1,0	1,0	0,9	1,2	1,2	1,6	1,6	1,9

На основе информации главы 2.3 и 2.4 зарегистрирована база данных «Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры» [115] в ФИПС. На основе базы данных

возможно формирование других фигур, путем совмещения сечений разных размеров. А также получены величины для изменений типового манекена.

## **2.5 Методика формирования исходной трехмерной модели фигуры человека для построения типовых и индивидуальных манекенов**

Трехмерную модель создают на основе заранее разработанной рабочей формы путем нахождения информации об объекте с помощью характеристик, полученных контактными или бесконтактными измерениями с использованием систем трехмерного сканирования, нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, размерная типология ЦНИИШП) [116, 117, 118, 119, 120] или измерителя. Формирование рабочей формы осуществляют различными способами.

Первый способ. Построение типовой и индивидуальной виртуальной рабочей формы осуществляют по размерным признакам: действующего стандарта, или базы данных, или величинам, полученным контактными способом измерения. Все действия выполняют в любой программе трехмерного моделирования.

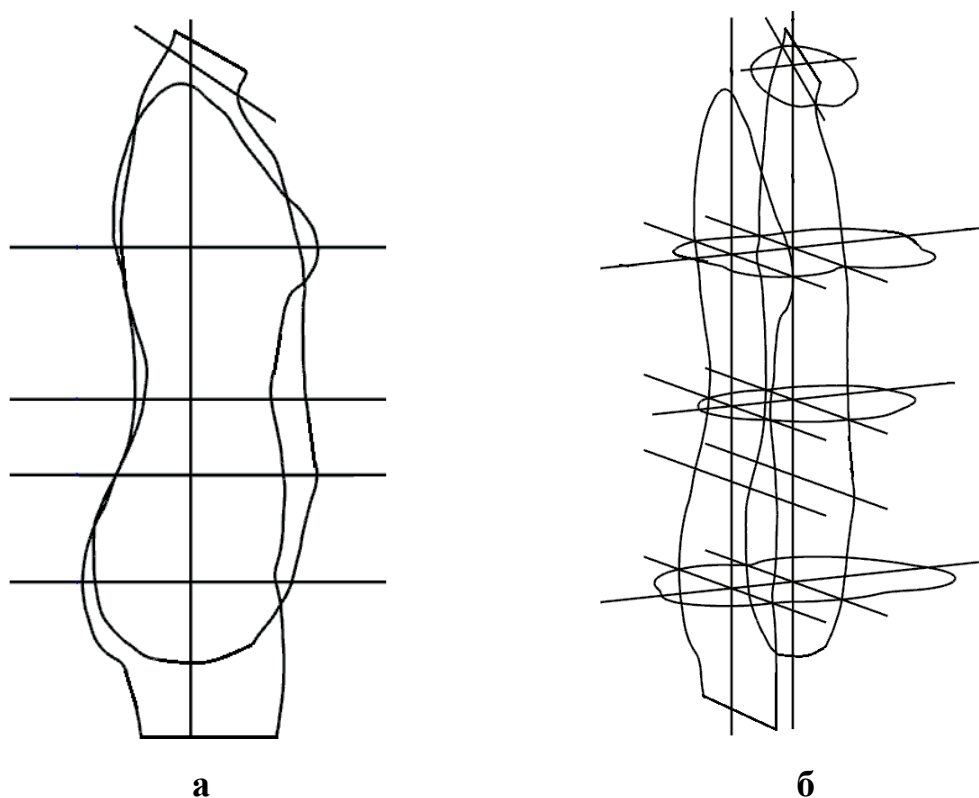
По размерным признакам в программе трехмерного моделирования строят горизонтальные (на линии груди, талии и бедер), фронтальное и сагиттальные (центральное и через правую сосковую точку) сечения.

При построении сагиттального сечения за исходную точку принимают заднюю точку талии  $f''$ . Относительно этой точки откладывают антропометрические измерения, характеризующие форму грудной, брюшной и спинной областей. Перечень антропометрических измерений, необходимые при построении представлен в приложении 3. Через полученные точки проводят абрисы спины, груди, живота. Фронтальное сечение строят на основе поперечных диаметров на антропометрических уровнях сагиттального сечения. Горизонтальные сечения рабочей формы в своей основе имеют взаимно перпендикулярные прямые отрезки, соответствующие

размерным признакам. Такие как переднезадний диаметр шеи (Т110), поперечный диаметр шеи (Т54), переднезадний диаметр обхвата груди третьего (Т94), поперечный диаметр груди (Т64), переднезадний диаметр талии (Т95), поперечный диаметр талии (Т55), переднезадний диаметр бедер с учетом выступа живота (Т111), поперечный диаметр бедер (Т56).

Точки пересечения горизонтальных сечений рабочей формы образуют центральную вертикальную ось рабочей формы. Расстояния между горизонтальными сечениями рабочей формы определяют по антропометрическим данным.

На основе полученных абрисов рабочей формы производят соединение вертикальных (сагиттальной и фронтальной) и горизонтальных сечений в программе трехмерного моделирования (рис.43).



**Рисунок 43 – Рабочая форма, а – вид сбоку, б – вид 3/4**

Второй способ получения рабочей формы осуществляют благодаря сканированию или фотографированию и дальнейшей обработке трехмерных моделей (рис.44).



**Рисунок 44 – Трехмерные модели рабочей формы, полученные сканированием**

В соответствии с предложенной методикой на первом этапе получения исходной рабочей формы выполняют сканирование или построение, определяют требования к будущему манекену и при необходимости удаляют шум (дополнительная информация о внешней форме тела человека - голова, руки, ноги).

На втором этапе устанавливают антропометрические точки и определяют размерные признаки. Формируют внешнюю рабочую форму.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

1. Разработана техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры построена с учетом требований к объему используемой информации, обеспечивая необходимую скорость и производительность работы. Информационно-техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры состоит из глубинных сенсоров и программного обеспечения. Предложено два варианта модуля получения цифрового образа фигуры, спецификация оборудования и схематичный внешний вид.
2. Исследована область соприкосновения верхних конечностей с туловищем человека в зоне подмышечных впадин. Доказана возможность сканирования индивидуальных фигур с отведением рук относительно туловища 30 градусов. При сканировании фигуры с таким положением верхних конечностей распознаваемость участка в области подмышечной впадины повышается на 95%, а увеличение погрешности измерений размерных признаков не превышает 5%, что соответствует требованиям ГОСТ.
3. Разработана методика определения антропометрических точек и размерных признаков в трехмерной среде, обеспечивающая возможность автоматического и ручного выделения антропометрических точек, что приводит к повышению точности проводимых измерений по трехмерной сканированной модели. Реализация методики выполнена в программе SizeReader и разработаны базы данных №2019620408 «Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры» [115]; №201960487 «Формирование поверхности манекена с учетом толщины пододежного слоя» [121].
4. Составлена БД, структурирована по размерным признакам, получены новые сведения, которые можно использовать для формирования трехмерной рабочей формы манекена.
5. Разработана методика формирования исходной трехмерной модели фигуры человека для построения типовых и индивидуальных манекенов в

виртуальной среде на основе заранее разработанной рабочей формы. Определены способы формирования внешней формы трехмерных моделей путем получения контактных или бесконтактных данных с использованием систем трехмерного сканирования, нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, размерная типология ЦНИИШП) или измерители.

### **3 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ ФОРМЫ МАНЕКЕНА ДЛЯ ОДЕЖДЫ**

Как известно из литературных источников [116, 122, 123, 124] в легкой промышленности применяют разные типы манекенов, такие как контрольные манекены, манекены внутренней формы одежды и внешней формы фигуры, а также витринные манекены. Такое разнообразие обусловлено разными задачами, для которых разрабатывают манекены. В условиях широкого внедрения цифровых процессов в технологический цикл предприятия появляется возможность моментального проектирования базовой исходной формы манекена или аватара, например по типовым размерным признакам фигур, взятым из ГОСТ или полученным с помощью трехмерного сканирования и дальнейшего изменения базовой формы до получения манекена (цифрового аватара) требуемого назначения. Например, для оценки качества посадки одежды одежды желательно использовать манекен внутренней формы одежды. Внутренняя форма одежды должна отражать толщину пододежного слоя на значимых участках фигуры, а также положение корпуса и высоту плеч фигуры в зависимости от высоты каблука обуви. Задача получения математических зависимостей в виде баз данных, которые позволят модифицировать типовой манекен, цифровой аватар до получения манекена (цифрового аватара) заданного назначения [125] актуальна и востребована легкой промышленностью, так как позволит выполнять проектирование конструкций одежды, оценку качества посадки готовой одежды и представление новых образцов одежды потребителю на качественно новом уровне.

### **3.1 Исследование изменения положения корпуса фигуры и высоты плеч в зависимости от высоты каблука обуви**

Самым важным критерием оценки качества посадки готовой одежды является соответствие положения передней и задней частей изделия внешней форме фигуры и равновесное их положение на опорной поверхности фигуры. Именно осанка фигуры является фактором, который оказывает значительное влияние на сохранение заданного конструктором при проектировании новой модели баланса изделия [28]. Нарушение балансовых характеристик приводит к нарушению равновесного положения основных деталей на поверхности фигуры или манекена, что внешне выражается отсутствием горизонтальности линии низа изделия, нарушением гладкости поверхности одежды в виде разного вида склад и заломов, отклонением линий боковых швов, членений и бортов от вертикального положения. Такие изменения являются дефектами посадки, и не только нарушают эстетическое восприятие внешнего вида одежды, но и приводят к нарушению эргономических характеристик и удобства в эксплуатации.

Многочисленные медицинские исследования подтверждают влияние высоты каблука обуви на изменение осанки фигуры. Это связано с тем, что при подъёме пятки на высоту каблука происходит смещение центра тяжести фигуры, для сохранения равновесия человек автоматически отклоняет верхнюю часть туловища. Последние исследования по влиянию высоты каблука обуви на изменение положения корпуса и высоты плеч выполнены Коблаковой Е.Б. и аспирантами еще в 1984 г. Вопрос исследования положения корпуса и высоты плеч женской фигуры при изменении высоты каблука становится особенно актуальным, в связи с отсутствием научно достоверной информации о таких исследованиях фигур современных женщин. Создание базы данных математических зависимостей, позволяющих внести коррективы в исходную базовую форму типового

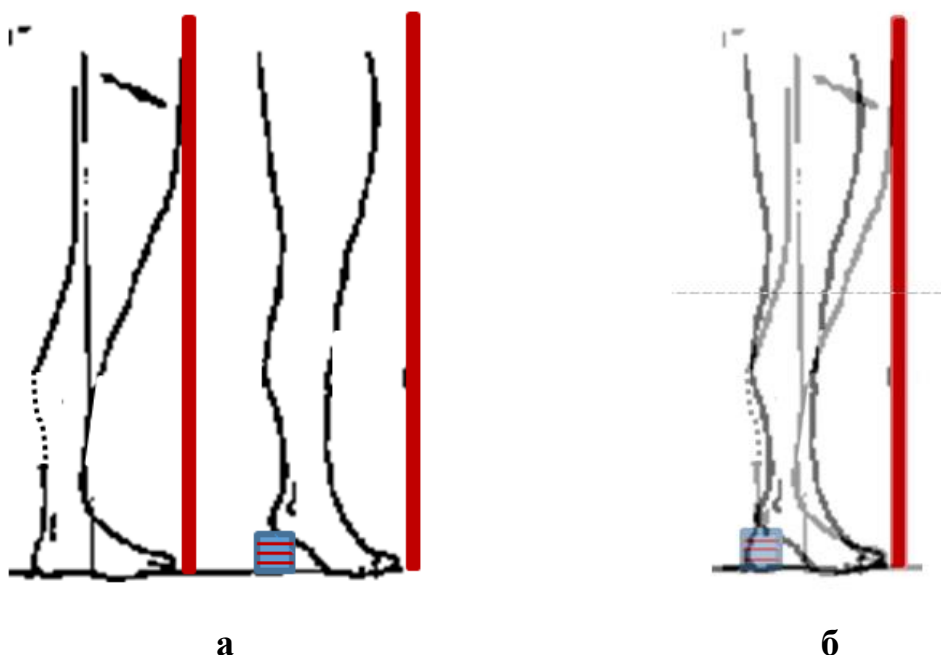


манекена или цифрового аватара, а впоследствии получить конструкцию одежды с высоким антропометрическим соответствием фигуре потребителя становится важной научной задачей.

Для выполнения экспериментального исследования необходимо разработать схему выполнения исследований фигур с помощью трехмерного сканирования [126, 127]; обеспечить повторяемость изменения положения корпуса и высоты плеч в зависимости от высоты каблука обуви; выполнить исследование значительной выборки фигур женщин с помощью трехмерного сканирования [128, 129, 130].

Для выполнения исследований предложена следующая последовательность действий:

1. Установить человека с нулевой высотой каблука (босиком) в привычное положение на платформу;
2. Зафиксировать положение фигуры на платформе с помощью статично установленного шеста;
3. Выполнить трехмерное сканирование фигуры, таким образом, чтобы в зону считывания попадал фиксирующий шест;
4. Изменить высоту каблука с помощью стандартных брусков, подкладываемых под пятку как показано на рисунке 45а; (количество брусков 5, шаг изменения высоты 2 см., всего высота каблука меняется в диапазоне от 2 до 8 сантиметров)
5. Выполнить трехмерное сканирование фигуры с измененным положением высоты пятки.
6. Совместить полученные трехмерные модели фигуры между собой путем точного совмещения положения фиксирующего шеста (схема совмещения трехмерных моделей показана на рисунке 45б)
7. Измерить изменение положения корпуса фигуры в пространстве.



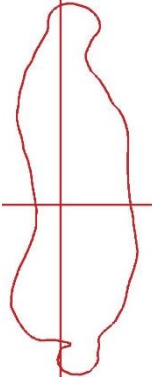
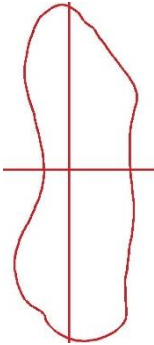
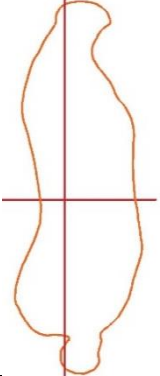
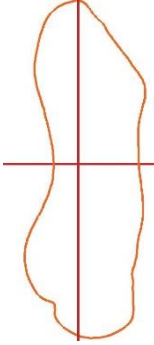
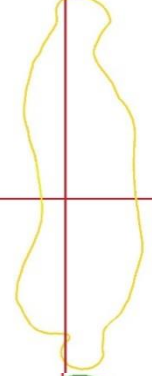
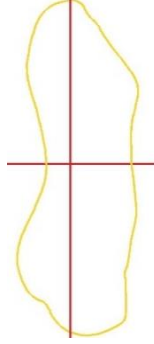
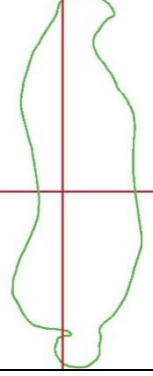
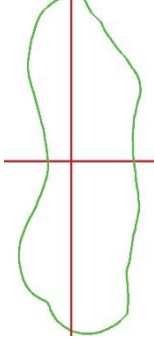
**Рисунок 45- Схема: а -изменения высоты подъёма пятки (имитация изменения высоты каблука); б- совмещения трехмерных моделей фигур относительно фиксирующего шеста**

Во-первых, производят сканирование фигуры человека с нулевой высотой каблука и привычной осанкой. Затем с высотой каблука 20 мм, 40 мм, 60 мм и 80 мм. Выбор величин обусловлен ГОСТ 3927-88 [131]. Для каждой исследуемой фигуры получено по пять трехмерных моделей, которые совмещают относительно неподвижного объекта (шеста).

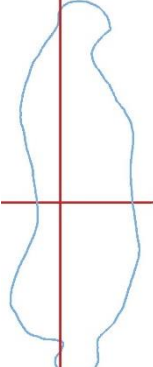
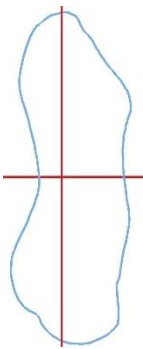
Во-вторых, на трехмерных моделях строят сагиттальную и фронтальную плоскости. Сагиттальная плоскость проходит через точку основания шеи сзади, точку основания шеи спереди, выступающую точку живота. Фронтальная плоскость проходит через плечевые точки.

В-третьих, определяют сечения: центральное сагиттальное и сагиттальное через сосковую точку. В таблице 16 представлены сечения трехмерных моделей индивидуальной фигуры с разной высотой пятки, имитирующей высоту каблука.

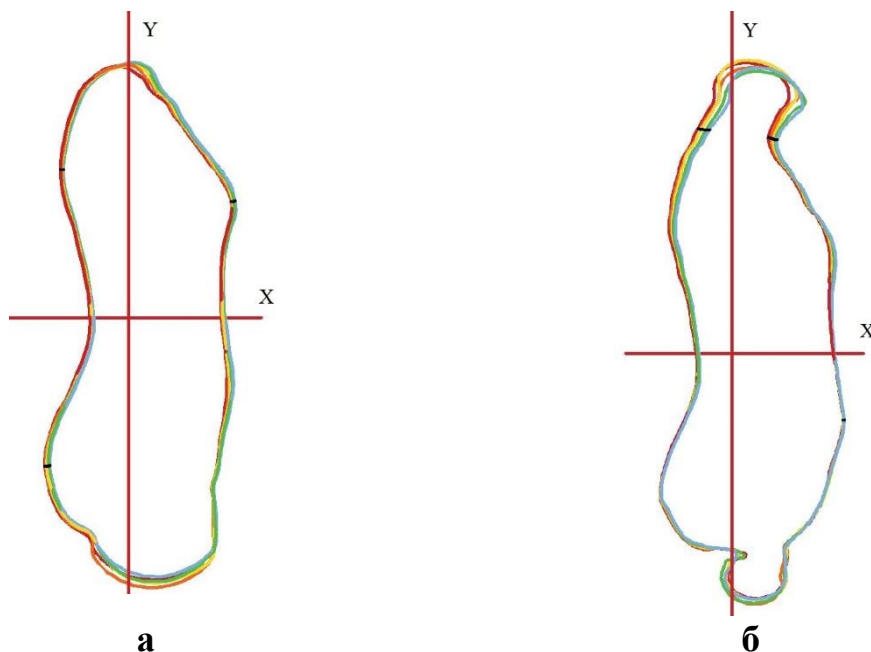
**Таблица 16 Сагиттальные сечения трехмерной модели индивидуальной фигуры с разной высотой каблука**

Высота каблука, мм	Сагиттальные сечения	
	Центральное	Через сосковую точку
1	2	3
0		
20		
40		
60		

**Продолжение таблицы 16**

1	2	3
80		

На рисунках 46 приведены наложенные сагиттальные сечения с промаркированными антропометрическими точками. В качестве основных точек, выделены следующие: на центральном сагиттальном сечении - точка основания шеи сзади, выступающая точка живота, точка основания шеи спереди. На сагиттальном сечении через сосковую точку: сосковая точка, проекция лопаточной точки, проекция ягодичной точки. Ось x совпадает с горизонтальной плоскостью на уровне талии. Ось y совпадает с фронтальной плоскостью через плечевые точки. Сагиттальные сечения совмещают по осям x и y.



**Рисунок 46 – Совмещенные сечения трехмерных моделей с разной высотой каблука: а-сагиттальные через сосковую очку, б-сагиттальные центральные**

Значения координат выделенных антропометрических точек приведены в таблице 17. Полученные значения позволяют определить математические зависимости изменения положения антропометрических точек, отвечающих за изменение положения корпуса фигуры и высоты плеч при изменении высоты каблука.

**Таблица 17 Значения координат**

Приподня- тость стопы, мм	Цвет сечения	Центральное сагиттальное сечение, см		Сагиттальное сечение через сосковую точку, см	
		Точка основания шеи спереди		Сосковая точка	
		X	Y	X	Y
0	красный	5,62	33,44	14,58	16,5
20	оранжевый	6,11	33,3	14,64	16,53
40	желтый	6,44	33,2	14,76	16,55
60	зеленый	6,75	33,1	14,97	16,57
80	синий	7,0	33,06	15,13	16,59
		Точка основания шеи сзади		Лопаточная точка (проекция)	
0	красный	-5,3	34,78	-9,7	21,06
20	оранжевый	-4,9	34,73	-9,6	21,065
40	желтый	-4,8	34,7	-9,5	21,08
60	зеленый	-4,0	34,64	-9,4	21,09
80	синий	-3,5	34,6	-9,3	21,1
		Точка выступания живота		Ягодичная точка (проекция)	
0	красный	17,2	-10,31	-11,9	-21,1
20	оранжевый	17,23	-10,305	-11,8	-21,08
40	желтый	17,27	-10,3	-11,6	-21,07
60	зеленый	17,33	-10,29	-11,3	-21,05
80	синий	17,38	-10,28	-11,15	-21,02

Зависимость изменения положения антропометрических точек, при изменении высоты каблука можно описать с помощью полиномиальных функций.

Функция для точки основания шеи спереди (5, 6):

$$y = 0,0269x^2 - 0,6229x + 36,094 \quad (5)$$

$$R^2 = 0,9962 \quad (6)$$

Функция для точки основания шеи сзади (7, 8):

$$y = 0,0273x^2 + 0,1432x + 34,769 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,989 \quad (8)$$

Функция для точки выступления живота (9, 10):

$$y = 0,2168x^2 - 7,3338x + 51,688 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,9987 \quad (10)$$

Функция для сосковой точки (11, 12):

$$y = -0,2094x^2 + 6,3661x - 31,8 \quad (11)$$

$$R^2 = 0,9635 \quad (12)$$

Функция для проекции лопаточной точки (13, 14):

$$y = 0,0357x^2 + 0,7836x + 25,299 \quad (13)$$

$$R^2 = 0,956 \quad (14)$$

Функция для проекции ягодичной точки (15, 16):

$$y = 0,0396x^2 + 1,0054x - 14,738 \quad (15)$$

$$R^2 = 0,9525, \quad (16)$$

где  $R^2$  – величина достоверности аппроксимации.

Таким образом, получают информацию о перемещении антропометрических точек фигуры человека при разной высоте каблука. Разработана база данных математических зависимостей изменения положения антропометрических точек, отвечающих за определние положения копуса, а именно осанки по класификациям принятым в легкой промышленности. Полученные зависимости позволяют модифицировать типовой манекен (цифровой аватар) до получения манекена (цифрового аватара) в соответствии с требуемой высотой каблука обуви, которую

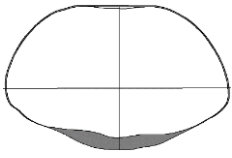
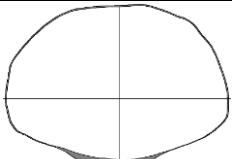
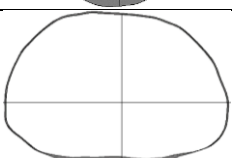
потребитель или конструктор может выбрать при заказе индивидуальной одежды. Полученные зависимости позволяют разработать рекомендации по изменению конструктивных параметров одежды, что обеспечит высокое качество посадки и удовлетворенность потребителей производимой одеждой.

### **3.2 Исследование влияния особенностей телосложения и осанки на конструктивные параметры одежды**

*Исследование влияния телосложения на конструктивные параметры поясной одежды.* Для исследования влияния особенностей телосложения на конструктивные параметры одежды на первом этапе произведено сканирование фигур женщин в нижнем белье, на следующем этапе в макетах прямых юбок. Сканирование выполнено последовательно, без изменения положения фигур в пространстве между первым и вторым этапами [132, 133, 134]. Дальнейшая работа осуществлена по трехмерным моделям исследуемых фигур (табл. 18, Приложение К) на которых:

- построены горизонтальные сечения на уровне бедер;
- выполнено совмещение горизонтальных сечений по осям;
- горизонтальная ось лежит на фронтальной плоскости через плечевые точки; вертикальная ось лежит на центральной сагиттальной плоскости;
- определены величины проекционных зазоров между внутренней поверхностью одежды и телом человека на передних и задних участках фигур;
- выполнен анализ и расчет полученных значений с заданными растворами вытачек.

**Таблица 18 Характеристики телосложения для поясной одежды (фрагмент)**

Номер модели	Горизонтальное сечение на уровне обхвата бедер и горизонтальное сечение на уровне обхвата бедер в одежде	Величина обхвата бедер, см	Величина обхвата талии, см	$\Sigma$ , суммарный растрвор вытачки, см	Величина передней поверхности туловища в одежде, см	Величина задней поверхности туловища в одежде, см	Разница величин задней поверхности от передней поверхности туловища, см
Модель 9		89,6	68,9	20,7	41,7	47,9	6,2
Модель 8		90,5	67,3	23,2	42,3	48,2	5,9
Модель 17		93,1	67,9	25,2	43,9	49,2	5,3

Выполненные исследования доказывают, что с увеличением размера уменьшается разница между задней поверхностью туловища и передней поверхностью туловища. При построении базисной сетки прямой юбки боковой шов нужно смещать в сторону передней половинки юбки, ориентируясь на размер, а не на величину разности обхвата бедер (Т19) от обхвата талии (Т16).

**Исследование осанки женских фигур.** В таблице 19 приведен перечень и частота встречаемости исследуемых фигур, расположенных в соответствии с принятой в легкой промышленности классификацией осанки.



**Таблица 19 Определение осанки по методике МТИЛП и ЦНИИШП**

Номер модели	Классификация осанки по МТИЛП (МГУДТ)	Типы осанок по ЦНИИШП	
		Тип по положению корпуса	Тип по уровню плеч
1	2	3	4
Модель 1	Выпрямлено-нормальная	Перегибистая	Нормальные
Модель 2	Нормально-выпрямленная	Нормальная	Нормальные
Модель 3	Нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 4	Нормальная	Перегибистая	Нормальные
Модель 5	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Высокие
Модель 6	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Низкие
Модель 7	Нормально-лордотическая	Нормальная	Высокие
Модель 8	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Нормальные
Модель 9	Нормально-выпрямленная	Нормальная	Высокие
Модель 10	Нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 11	Нормальная	Перегибистая	Низкие
Модель 12	Нормальная	Сутулая	Нормальные
Модель 13	Нормальная	Нормальная	Нормальные
Модель 14	Сутуловатая	Сутулая	Высокие
Модель 15	Нормальная	Сутулая	Высокие
Модель 16	Нормальная	Нормальная	Нормальные
Модель 17	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Нормальные
Модель 18	Нормально-лордотическая	Нормальная	Нормальные
Модель 19	Нормально-выпрямленная	Нормальная	Высокие
Модель 20	Нормальная	Нормальная	Нормальные
Модель 21	Выпрямлено-нормальная	Перегибистая	Нормальные

**Продолжение таблицы 19**

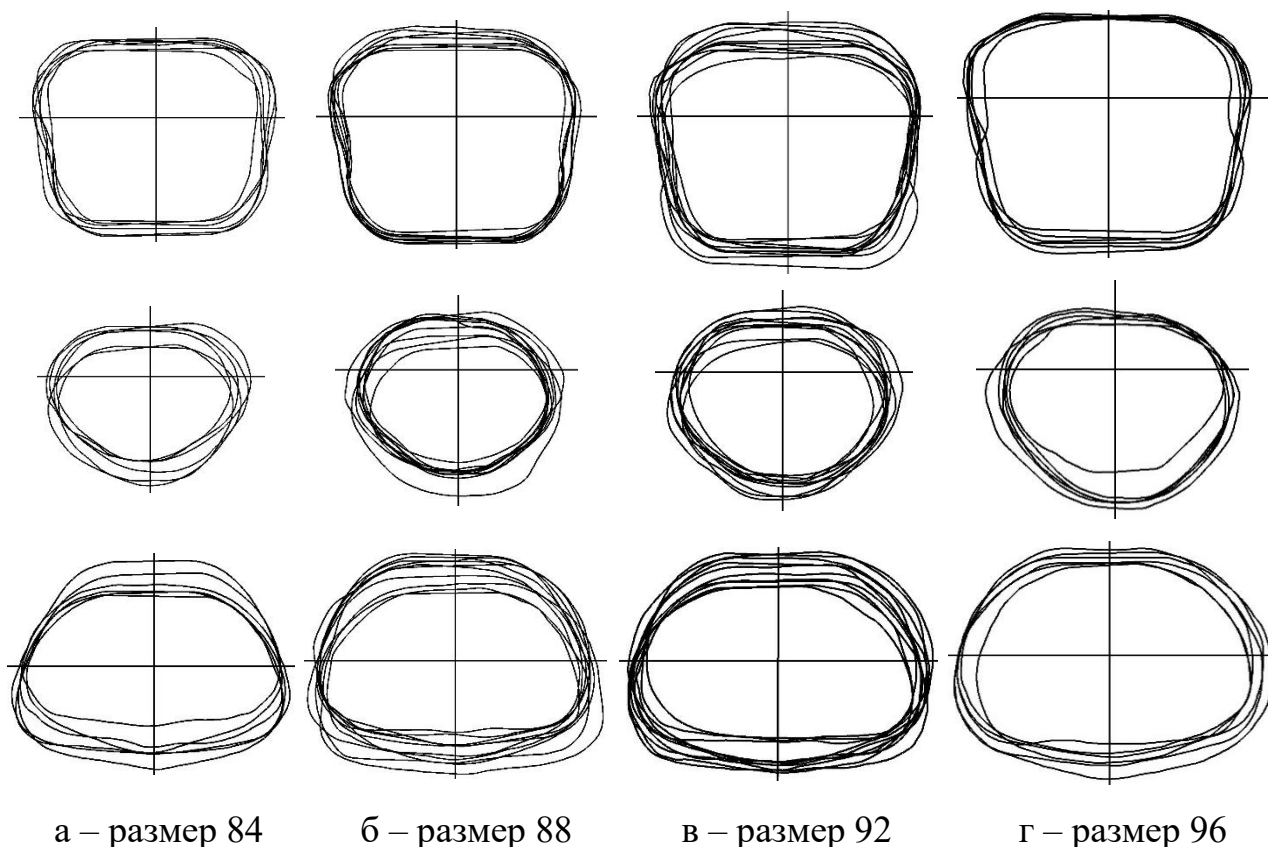
1	2	3	4
Модель 22	Нормально-выпрямленная	Перегибистая	Нормальные
Модель 23	Нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 24	Нормальная	Нормальная	Нормальные
Модель 25	Нормально-выпрямленная	Нормальная	Низкие
Модель 26	Нормальная	Нормальная	Нормальные
Модель 27	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Низкие
Модель 28	Сутуловато-нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 29	Нормальная	Сутулая	Нормальные
Модель 30	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Нормальные
Модель 31	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Высокие
Модель 32	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Низкие
Модель 33	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Нормальные
Модель 34	Нормальная	Нормальная	Нормальные
Модель 35	Нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 36	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Высокие
Модель 37	Сутуловато-нормальная	Сутулая	Высокие
Модель 38	Нормально-выпрямленная	Нормальная	Высокие
Модель 39	Нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 40	Выпрямлено-нормальная	Нормальная	Высокие
Модель 41	Нормальная	Нормальная	Нормальные

*Классификация осанки по МТИЛП (МГУДТ):* выпрямлено-нормальная – 3; нормально-выпрямленная – 6; нормальная – 17; нормально-лордотическая – 2; сутуловатая – 1; сутуловато-нормальная – 12.

*Тип по положению корпуса по ЦНИИШП:* сутулая – 15; нормальная – 21; перегибистая – 5.

Тип по уровню плеч по ЦНИИШП: низкие – 5; нормальные – 19; высокие – 17.

**Исследование вариабельности фигур человека.** Горизонтальные сечения группируют по размерам (рис.47) и совмещают по осям. Горизонтальная ось совпадает с фронтальной осью через плечевые точки; вертикальная ось совпадает с центральной сагиттальной осью.



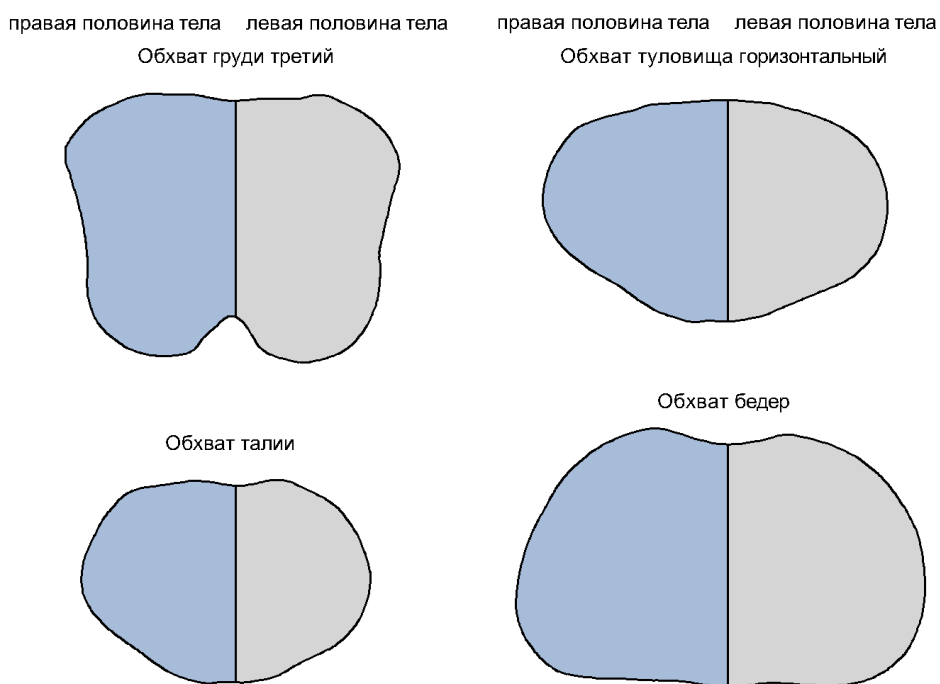
**Рисунок 47 – Горизонтальные сечения на уровне обхвата груди третьего, обхвата талии и обхвата бедер, сгруппированные по размерам 84, 88, 92, 96.**

Представленные манекены по сечениям на рисунке 47 формируют путем набора сечений из базы данных, согласно описанной методике в главе 2.5 и получают манекены с разными типами осанок и телосложения. Исследуемая выборка состоит из 41 модели, база данных содержит 5 горизонтальных сечений на каждую модель (приложение Ж). Согласно формуле размещения, с повторением выполняется 115 856 201 вариантов различных фигур с разными типами осанок и телосложения.

### 3.3 Исследование изменения формы поверхности фигуры в зависимости от толщины пакета материалов пододежного слоя

*Исследование правой и левой половин тела человека.* Анализ медицинской литературы и антропометрических исследований показал, что у большинства людей правая и левая половины тела незначительно отличаются. Для дальнейших исследований особенностей осанки и толщины пакета материалов пододежного слоя принято решение изучать изменение конструктивных параметров и антропометрических признаков по правой стороне тела. Такое решение основано на комплексном анализе выборки исследуемых женщин с целью получения достоверных результатов исследований.

Для исследуемой выборки женских фигур выполнено определение площади правой и левой половин горизонтальных сечений на разных антропометрических уровнях. Разделение горизонтальных сечений на правую и левую половины тела производят по центральному сагиттальному сечению (рис.48). Центральную сагиттальную плоскость проводят через точку основания шеи сзади и точку основания шеи спереди.



**Рисунок 48 – Разделение на правую и левую половин тела**

После разделения горизонтальных сечений подсчитывают площади разных половин тела (табл.20), значения приведены в приложении Л.

**Таблица 20 Площади правой и левой половин тела (фрагмент)**

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Обхват груди третий (Т16)	Модель 1	275,9	269,1	Модель 2	347,3	333,0
Обхват талии (Т18)		184,3	157,8		252,9	237,5
Обхват туловища горизонтальный (Т120)		238,2	202,4		326,8	322,0
Обхват бедер без учета выступа живота (Т20)		353,4	297,6		367,8	347,4

Подсчеты проводят, сравнивая все площади горизонтальных сечений на каждом антропометрическом уровне: обхват груди третий, обхват талии, обхват туловища горизонтальный, обхват бедер без учета выступа живота. Наибольшее количество по каждому антропометрическому уровню соответствует к какой половине тела горизонтальные сечения относятся. Если количество правой и левой половин тела одинаковое, то выбирают на основе горизонтального сечения на уровне обхвата груди третьего. Основываясь на эти данные делают вывод о том, какая половина тела больше в данной выборке - правая или левая. После подсчета данных площадей выяснилось, что 65,9% выборки имеют правую половину горизонтальных сечений больше, чем левую. Следовательно, в данной выборке правая половина тела больше, чем левая у 65,9% людей. На основе выполненных статистических расчетов, дальнейшее исследование толщины пакета материалов пододежного слоя выполняют для правой стороны тела фигур.

## *Исследование изменения формы поверхности фигуры в зависимости от толщины пакета материалов пододежного слоя*

Для получения толщины пакета материалов пододежного слоя между внешней поверхностью фигуры и внешней поверхностью одежды выполнен следующий эксперимент:

1. Сканирование исследуемой фигуры в нижнем белье;
2. Сканирование исследуемой фигуры в одежде первого слоя (белье+ трикотажная майка, футболка);
3. Сканирование исследуемой фигуры в одежде первого и второго слоя (белье + хлопчатобумажная трикотажная майка, футболка + хлопчатобумажный трикотажный пуловер);
4. Сканирование исследуемой фигуры в одежде первого, второго и третьего слоя (белье + хлопчатобумажная трикотажная майка + хлопчатобумажный трикотажный пуловер + жакет);
5. Совмещение полученных трехмерных моделей;
6. Исследование изменения толщины пакетов материалов на значимых участках фигуры.

Методика выполнения трехмерного сканирования описана в п. 2. Для снижения будущей погрешности совмещения трехмерных моделей необходимо обеспечить минимальное изменение положения тела исследуемого человека в пространстве между сериями сканирований в одежде и без одежды. Для этого предложена следующая последовательность:

- одеть фигуру в одежду первого, второго слоя и жакет;
- установить исследуемого, одетого в три слоя одежды, на вращающуюся платформу;
- выполнить сканирование исследуемого в одежде трёх слоев
- снять верхний слой одежды
- выполнить сканирование исследуемого в одежде двух слоев
- снять второй слой одежды

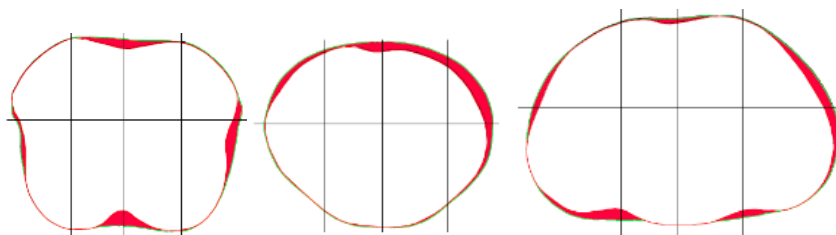
– выполнить сканирование исследуемого в белье.

Совмещают полученные трехмерные модели фигур по антропометрическим точкам (рис.49). Совмещение производят по антропометрическим точкам не скрытых одеждой: шейная точка, точка основания шеи спереди, точка основания шеи сбоку, верхнегрудинная точка, коленная точка.



**Рисунок 49 – Соединение трехмерных моделей по антропометрическим точкам**

На совмещенных трехмерных моделях фигур выполняют построение горизонтальных сечений по значимым антропометрическим уровням: груди, талии, бедер (рис.50). Полный перечень сечений исследуемой фигур приведен в Приложении Ж.

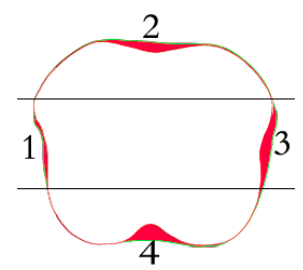
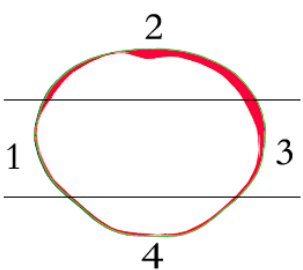
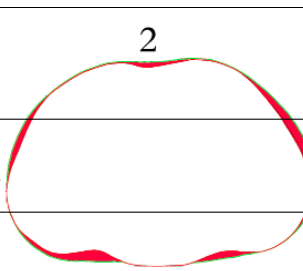


**Рисунок 50 – Горизонтальные сечения соединенных трехмерных моделей по антропометрическим уровням.**

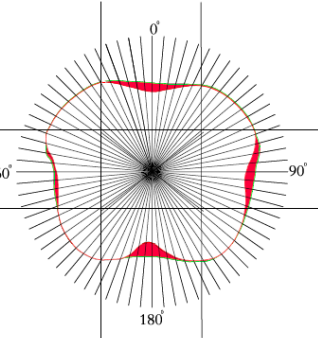
На горизонтальных сечениях находят центр, как пересечение центральной сагиттальной плоскости с фронтальной плоскостью через плечевые точки. Распределение воздушных зазоров на уровне груди получают путем нахождения общей площади и площади по участкам: спинки, проймы, полочки. Далее определяют процентное содержание

воздушных зазоров на каждом участке на уровне груди, талии и бедер [108] (табл.21 и 22).

**Таблица 21 Распределение толщины пододежного слоя по участкам**

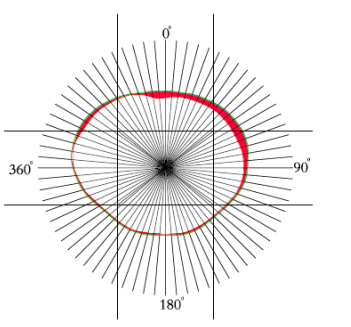
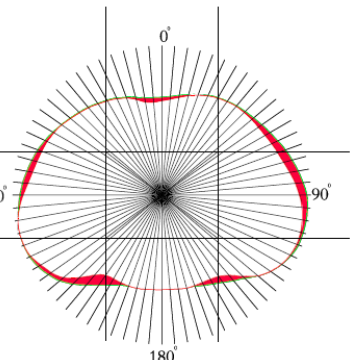
Антропометрический уровень	Распределение толщины пододежного слоя по участкам			Изображение
	участок	проценты	площадь, мм <sup>2</sup>	
линия груди	1 участок	10-20%	289,3-578,3	
	2 участок	30-40%	867,9-1157,2	
	3 участок	10-20%	289,3-578,6	
	4 участок	30-40%	867,9-1157,2	
линия талии	1 участок	10-20%	312,1-624,3	
	2 участок	40-50%	1248,5-1560,6	
	3 участок	10-20%	312,1-624,3	
	4 участок	20-30%	624,3-936,4	
линия бедер	1 участок	20-30%	683,7-1025,5	
	2 участок	20-30%	683,7-1025,5	
	3 участок	20-30%	683,7-1025,5	
	4 участок	30-40%	1025,5-1367,4	

**Таблица 22 Распределение толщины пододежного слоя по градусам**

Антропометрический уровень	Толщина пододежного слоя, мм					Изображение
	2					
1	2					3
линия груди	0°/360°	10°/350°	20°/340°	30°/330°	40°/320°	
	10-15	7,5-9,5	3,5-5,4	0,5-1,5	0,5-1,0	
	50°/310°	60°/300°	70°/290°	80°/280°	90°/270°	
	0,5-1,5	0,5-1,5	0,7-1,0	5,0-8,5	3,5-10,5	
	100°/260°	110°/250°	120°/240°	130°/230°	140°/220°	
	5,0-10	0,7-4,5	0,5-1,5	0,5	0,5	
	150°/210°	160°/200°	170°/190°	180°		
	0,5-1,5	0,5-1,5	8,0-15	16-25		



### Продолжение таблицы 22

1	2					3
линия талии	0°/360°	10°/350°	20°/340°	30°/330°	40°/320°	
	9,0-10	6,0-8,0	2,5-7,0	1,5-7,5	2,5-8	
	50°/310°	60°/300°	70°/290°	80°/280°	90°/270°	
	3,5-9,5	4,5-11	3,5-10	1,0-8	1,5-5,0	
	100°/260°	110°/250°	120°/240°	130°/230°	140°/220°	
	1,5-4,0	2,5-3,0	2,0-2,5	1,5-2	1,5-3	
	150°/210°	160°/200°	170°/190°	180°		
	1,5-3	2,0-2,5	2,0-2,5	1,0-1,5		
линия бедер	0°/360°	10°/350°	20°/340°	30°/330°	40°/320°	
	2,0-4,5	2,5-5,5	1,0-1,5	0,5-1,5	0,5-1,0	
	50°/310°	60°/300°	70°/290°	80°/280°	90°/270°	
	1,0-3,0	1,5-6,5	4,5-9,5	6,5-10	3,5-8,5	
	100°/260°	110°/250°	120°/240°	130°/230°	140°/220°	
	1,0-5,0	0,5-2,5	0,5-3,5	0,5-4,5	7,0-10	
	150°/210°	160°/200°	170°/190°	180°		
	6,0-8,5	0,5-1,0	0,5	0,5		

Припуск на свободное облегание на всей поверхности одежды условно рассматривают состоящим из двух величин: минимально необходимого припуска на свободное облегание одежды и декоративно-конструктивного припуска [135, 136].

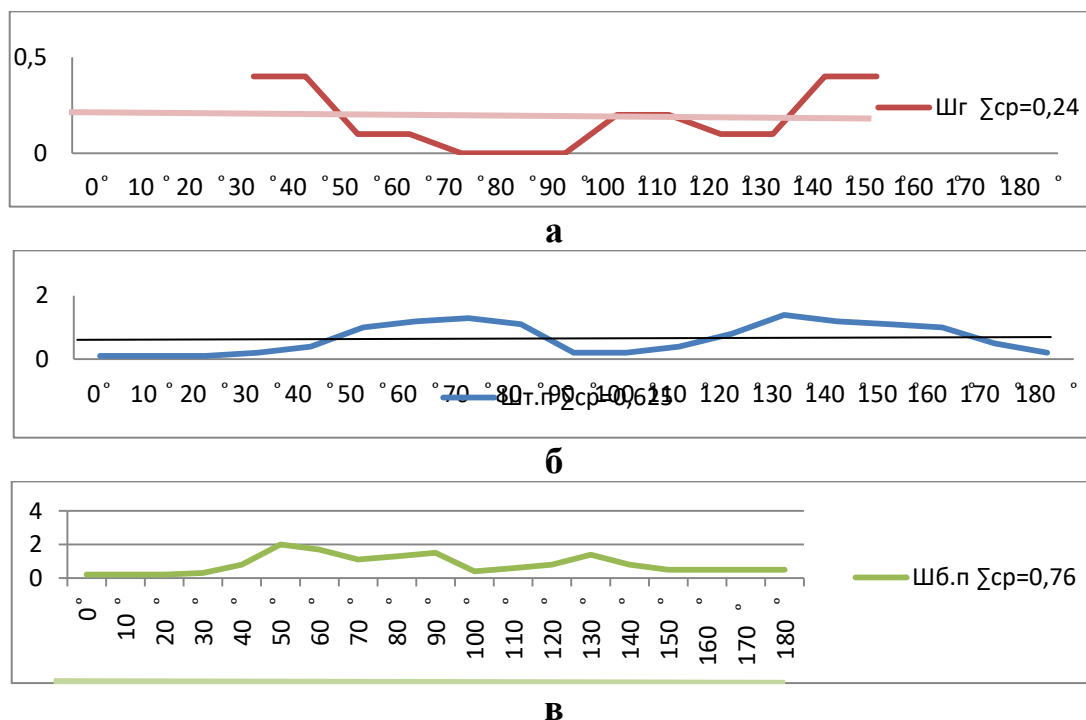
Анализ данных взаимосвязи поверхности толщин пакета материалов пододежного слоя с поверхностью фигуры позволяет более точно сформировать представление о конфигурации рельефа поверхности формы манекена с учетом толщины пакета материалов в пространстве (табл.3.9).

В таблице 23 представлены величины проекционных зазоров между внутренней формой одежды и поверхностью манекена с интервалом 10 градусов на линиях груди, талии, бедер (Ог, От, Об). В качестве одежды использован жакета, построенный с прибавками к обхвату груди, талии, бедер равными 6 см.

**Таблица 23 Величина пространственного зазора по линиям груди, талии, бедер**

Градусы	Пг=6 см	Пт=6 см	Пб=6 см
1	2	3	4
0°		0,1	0,2
10°	0,7	0,1	0,2
20°	0,7	0,1	0,2
30°	0,4	0,2	0,3
40°	0,4	0,4	0,8
50°	0,1	1	2
60°	0,1	1,2	1,7
70°	0	1,3	1,1
80°	0	1,2	1,3
90°	0	0,2	1,5
100°	0,2	0,2	0,4
110°	0,2	0,4	0,6
120°	0,1	0,8	0,8
130°	0,1	1,3	1,4
140°	0,4	1,2	0,8
150°	0,4	1,1	0,5
160°	1,6	1	0,5
170°	2,5	0,5	0,5
180°	2,2	0,2	0,5
190°	1,2	0,4	0,5
200°	1,2	1	0,6
210°	1,1	1,4	0,5
220°	0,6	1,1	0,3
230°	0,5	0,6	0,4
240°	0,2	0,2	0,3
250°	0,2	0,3	0,2
260°	0,2	0,3	0,2
270°	0,2	0,2	0,1
280°	0,2	0,1	0,1
290°	0,2	0,4	0,1
300°	0,2	0,2	0,1
310°	0,3	0,2	0,1
320°	3,2	0,1	0,1
330°	3,1	0,1	0,3
340°	2	0,1	0,6
350°	1,6	0,1	
360°	1,6		

Переход от проекционного изображения контуров горизонтальных сечений к анализу данных внутренней взаимосвязи поверхности внутренней формы одежды с поверхностью фигуры, проведен на основе графиков распределения пространственных зазоров, показанных на рисунке 51



**Рисунок 51 – Графики распределения пространственных зазоров между поверхностью одежды и внешней поверхностью фигуры в горизонтальных сечениях в области переда: а- груди, б-талии, в- бедер**

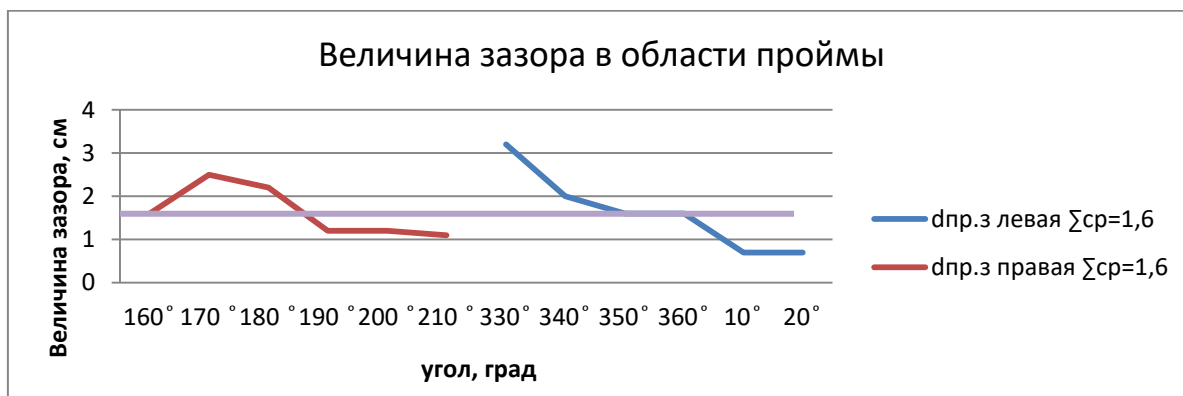
На рисунке 51 показано изменение величины зазора в области груди, талии, бедер передней части изделия в диапазоне градусов от 0 до 180. На графике видно, что величина проекционного зазора на уровне груди варьируется от 0 до 0,4 см. При этом в области опорной зоны на уровне выступающих точек грудных желез этот показатель не превышает 0,2 см от Цг1 до Цг2, что показывает высокую плотность прилегания одежды в этой зоне.

Вторая графическая линия Шт.п (Ширина талии переда) (рис. 51, б) показывает неравномерное распределение прибавки в данной области. Величина проекционного зазора варьируется от 0,1 до 1,4 см. Основная

величина зазора распределена в месте расположения выточки на талии в диапазоне 50-60°. Выведено среднее значение по результатам эксперимента Шт.п  $\sum_{ср}=0,625$ .

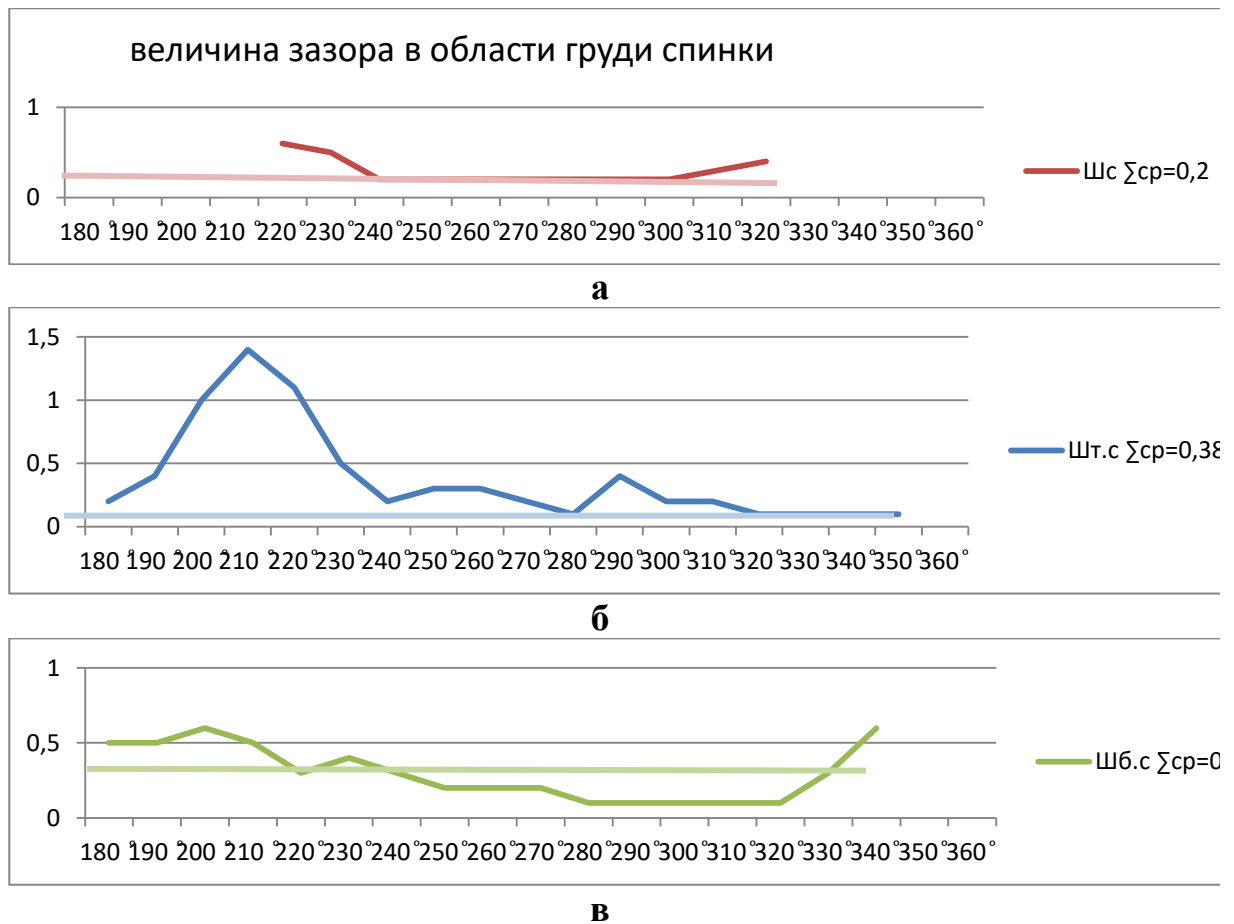
Третья линия Шб.п (Ширина бедер переда) (рис. 51, в) также показывает неравномерное распределение прибавки, на графике видно, что большая величина зазора образуется в центральной части бедер в диапазоне от 50° до 130°. Величина проекционного зазора варьируется от 0,2 см до 1,7 см. Выведено среднее значение по результатам эксперимента Шб.п  $\sum_{ср}=0,76$ .

На рисунке 52 изображена величина зазора в области проймы с левой и правой стороны. Величина проекционного зазора варьируются с левой и правой стороны от 0,7 см до 3,2 см. Выведено среднее значение по результатам эксперимента Шпр.  $\sum_{ср}=1,6$ .



**Рисунок 52 – Графики распределения пространственных зазоров между поверхностью фигуры и поверхностью одежды на горизонтальных сечениях в области проймы**

На рисунке 53 показано графическое распределение величины зазора в сечениях, проведенных по линиям груди, талии, бедер задней части изделия (спинки). Первый график (рис. 53, а) в области опорной зоны на уровне выступающих точек лопаток показывает плотное прилегание внешней поверхности фигуры к внутренней форме одежды - величина зазора не более 0,2 см. Выведено среднее значение по результатам эксперимента Шс  $\sum_{ср}=0,2$ .



**Рисунок 53 – Графики распределения пространственных зазоров между поверхностью фигуры манекена и поверхностью формы модели в горизонтальных сечениях в области спинки.**

Вторая линия графического изображения (рис. 53б.) показывает величину зазора в области Шт.с (Ширины талии спинки), на котором виден значительный прирост (в области 210°) величины зазора в боковой части спинки. Это связано с тем, что в этой области происходит перераспределение прибавки за счёт прилегания руки к боковой поверхности туловища. Величина проекционного зазора варьируется от 0,1 до 1,4 см. Выведено среднее значение по результатам эксперимента Шт.с  $\Sigma_{cp}=0,38$ .

Третья графическая (рис. 53в.) линия Шб.с (Ширина бедер спинки) показывает, что величина зазора варьируется от 0,2 см до 0,6 см. Среднее значение по результатам эксперимента Шб.с  $\Sigma_{cp}=0,3$ .

Для получения взаимосвязи между заложенной прибавкой и полученными проекционными зазорами в данной области фигуры,

необходимо снять дополнительные размерные признаки, Шт.п – ширина талии полочки, Шб.п – ширина бедер полочки, Шт.с ширина талии спинки, Шб.с – ширина бедер спинки на манекене внутренних и внешних форм. Данные размерные признаки помогут найти фактическую полученную прибавку на определенных участках.

В таблице 24 представлены данные, полученные в ходе измерения на системе трехмерного сканирования. Затем полученные данные переводятся в процентное соотношение:

$$Pi = \Delta li * 100\% / Ppi (\%) \quad (2.2)$$

где  $\Delta li$  – фактический конструктивный параметр (прибавка) на определенном участке сечения,

$Ppi$  – получившаяся прибавка при измерении с помощью системы трехмерного сканирования.

**Таблица 24 Определение фактических конструктивных параметров на основных участках фигуры манекена (Ог, От, Об).**

Условное обозначение размерного признака	Внешняя форма фигуры 12	Внешняя форма одежды 11	Разница между дугowymi размерными признаками $\Delta li = li1 - li2$		Разница между размерными признаками в $Pi, \%$	
					60 мм	30 мм
			60 мм	30мм		
Шг	358,42	369,12	10,7	5,35	15,3	15,3
Шпр левая	107,25	131,32	24,07		34,3	68
Шпр правая	106,87	131,78	24,91		35	71
Шс	373,512	384,48	10,9	5,45	15,5	15,5
Шт.п	370,78	395,23	25,45		49	
Шт.с	370,797	398,34	27,543		51	
Шб.п	500,46	525,875	25,415		41	
Шб.с	501,57	535,748	34,178		59	

Анализ показал, что заложенные прибавки при изготовлении жакета на основных участках конструкции  $Og = 6$  см  $Oт = 6$  см,  $Oб = 6$  см соответствуют проведенному эксперименту, что подтверждают данные табл. 3.

При распределении прибавок на основных конструктивных участках, анализ показал небольшое отклонение в значениях, так например, на ширину проймы Шпр приходится не 70%, а 69,5% прибавки табл.25.

Также представленные данные показывают, что величина проекционного зазора в области опорной поверхности груди и лопаток составляет 0,2-0,24 см при объемной прибавке 15%.

**Таблица 25 Сопоставление объемной прибавки с проекционным зазором на уровне груди**

Прибавка ПгЗ	Шп	Шпр	Шс
Распределение ПгЗ в %, запланированная	15	70	15
Распределения ПгЗ в %, полученная	15,3	69,5	15,5
Средняя величина зазора $\Sigma_{срп}$ , см	0,24	1,6	0,2

Исследованы величины распределения толщины пододежного слоя на разных участках поверхности фигуры, для первого, второго и третьего слоёв одежды, получены математические зависимости, необходимые для построения внешней формы манекена с учетом толщины пододежного слоя, разработана база данных [121] трехмерных моделей фигур и виртуальных манекенов для работы в 3D САПР проектирования одежды с возможностью виртуальной примерки.

### **3.4 Сущность предлагаемого способа проектирования трехмерных манекенов для одежды**

Метод проектирования внешней формы основан на принципах геометрического моделирования объектов сложных объёмных форм. Информационной составляющей метода являются данные о внешней форме исходной поверхности, полученные с помощью современных цифровых

технологий (сканирование) или на основе существующих БД размерных признаков (ГОСТ). Последовательность предлагаемого метода проектирования внешней формы манекена включает в себя несколько операций, которые могут входить в состав процесса проектирования, а могут быть исключены, в зависимости от потребностей производства или пожеланий индивидуального потребителя.

Последовательность проектирования манекена:

<b>1. ФОРМУЛИРОВКА ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРУЕМОЙ ФОРМЕ МАНЕКЕНА</b>		
<b>2. ПОСТРОЕНИЕ БАЗОВОЙ ФОРМЫ</b>		
СКАНИРОВАНИЕ ИСХОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ФИГУРЫ)	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОВЫХ РАБОЧИХ ФОРМ	
ПОСТРОЕНИЕ ДОСТОВЕРНОЙ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ С ИСХОДНЫМИ РАЗМЕРНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ И ВНЕШНЕЙ ФОРМОЙ		
ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧЕК ПОВЕРХНОСТИ		
<b>3. ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО И ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ВНЕШНЕЙ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ</b>		
<b>4. ЗАДАНИЕ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ</b>		
ВЫБОР ИЗ БД ВЫСОТЫ КАБЛУКА ОБУВИ	ВЫБОР ИЗ БД ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ	ВЫБОР ИЗ БД ТОЩИНЫ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ПОДОДЕЖНОГО СЛОЯ
<b>5. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ВНЕШНЕЙ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ В 3D САПР</b>		
<b>6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАНЕКЕНА</b>		



Для построения базовой формы манекена можно воспользоваться следующими способами: построение на основе размерных признаков ГОСТ, в этом случае в качестве базовой формы манекена выступает манекен типовой фигуры или типовой цифровой аватар. Второй способ построения базовой формы – получение исходной информации с помощью современных цифровых технологий (сканирование, фотограмметрия и т.д.).

На следующем этапе происходит определение назначения манекена. В зависимости от назначения манекена выбирают необходимые сведения для модификации базовой формы. Автором разработаны и защищены свидетельствами на БД следующие сведения: об изменении положении корпуса в зависимости от высоты каблука; величины толщины пакета материалов пододежного слоя в виде математических зависимостей и проекционных зазоров по участкам фигуры; изменении типа телосложения и осанки

После определения необходимых величин происходит построение внешней формы манекена (цифрового аватара).

Для моделирования трехмерных моделей используют универсальные графические САПР, способные обеспечить следующее требования: возможность работы с файлами с расширением формата «ply, obj, stl, хуз, dxf», ручное и автоматическое управление множеством точек, построение сглаженной поверхности 3D модели [134, 137].

Существует большое количество пакетов универсальных графических САПР для 3D моделирования, удовлетворяющих перечисленным требованиям. В приложении А представлен подробный список программ. В работе использованы следующие: Meshlab (для редактирования неструктурированного трехмерного облака точек данных сканирования), SketchUp (для создания 3D объектов, с возможностью построения сечений), Netfabb (для быстрого прототипирования и аддитивного производства и позволяющая редактировать и исправлять сетку, проводить анализ геометрии) [135, 138, 139].

Предложена методика проектирования **индивидуального** манекена внутренней формы одежды, которая включает в себя следующие этапы [108]:

Этап 1. Получение рабочей формы антропометрической трехмерной модели.

- выполняют сканирование индивидуальной фигуры;
- удаляют лишнюю информацию о поверхности фигуры человека (голова, руки, ноги);
- уточняют участок темной зоны в области подмышечных впадин.

Этап 2 Проектирование формы поверхности манекена.

- определяют назначение манекена;
- выбирают из БД математические зависимости распределения величин прибавок по участкам поверхности фигуры в зависимости от толщины пакетов материала пододежного слоя;
- наращивают толщину пакетов материала пододежного слоя на рабочую антропометрическую форму и формируют поверхность манекена.

Полученные трехмерные виртуальные модели манекенов могут быть изготовлены с помощью технологии трехмерной печати [108, 140].

Разработанный метод построения внешней формы манекенов, учитывает требования к типовым манекенам для одежды и принципы геометрического моделирования объектов сложных объёмных форм. Важной частью процесса проектирования новых манекенов является база знаний о толщине пакета материалов пододежного слоя на разных антропометрических уровнях на передней, боковой и задней поверхностях виртуальной трехмерной модели. Эти данные позволяют проектировать манекены с высокой степенью физического подобия манекена реальной фигуре потребителя, учитывать толщину пододежного слоя при проведении виртуальной примерки и оценке качества готовой одежды, обеспечить персонализацию процесса проектирования швейных изделий и повысить удовлетворенность потребителей готовой одеждой [108, 141].

### **ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3**

1. Разработана методика проектирования манекенов, основанная на требованиях к типовым манекенам для одежды и принципах геометрического моделирования объектов сложных объёмных форм. Информационной составляющей методики являются данные о внешней форме исходной поверхности, полученные трехмерным сканированием исходного объекта, значения величин изменения толщины пододежного слоя на значимых участках фигур женщин, значения изменения положения корпуса в зависимости от высоты каблука обуви.
2. Исследованы особенности телосложения и осанки индивидуальных фигур, получена БД, необходимая для проектирования виртуальных и материальных манекенов по типовым размерным признакам с учетом особенностей осанки и телосложения, обеспечивающая возможность построения 115 856 201 вариантов различных фигур с разными типами осанок и телосложения.
3. Исследовано влияние высоты каблука на положение корпуса фигуры, разработаны БД для проектирования виртуальных манекенов с учетом изменения положения корпуса от высоты каблука, которая содержит данные об антропометрических точках; сечениях в сагиттальной, фронтальной, горизонтальной плоскостях; конфигурации любых вертикальных абрисов фигуры; дуговые размерные признаки; обхватные размерные признаки; проекционные размерные признаки; углы наклонов линий, образующих форму различных участков поверхности фигуры.
4. Исследованы величины распределения толщины пододежного слоя на разных участках поверхности фигуры, для первого, второго и третьего слоёв одежды, получены математические зависимости, необходимые для построения внешней формы манекена с учетом толщины пододежного слоя, разработана БД трехмерных моделей фигур и виртуальных манекенов для работы в 3D САПР проектирования одежды с возможностью виртуальной примерки.

#### **4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАНЕКЕНОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ**

Предлагаемый метод позволяет построить типовой трехмерный манекен при использовании типовых размерных признаков из ГОСТ, а также внести изменения в форму манекена по индивидуальным размерным признакам потребителя [140-148]. Информацию от потребителя получают удаленно, как в визуальной форме в виде фото, видеоизображения, так и в метрической - в виде облака точек трехмерной модели или набора координат. Однако, потребитель зачастую не готов предоставить информацию о форме своей фигуры в нижнем белье или в облегающей одежде. Следовательно, возникает необходимость преобразовать трехмерную модель фигуры для получения достоверной формы поверхности, путем удаления или наращивания пододежного слоя. Также потребитель предоставляет трехмерную модель не в той обуви, в которой планирует носить одежду. При изменении высоты каблука изменяется осанка человека и тем самым изменяется баланс изделия. Для того чтобы конструкция изделия соответствовала фигуре заказчика необходимо внести изменения в верхнюю опорную поверхность трехмерной модели манекена в зависимости от высоты каблука обуви.

Практическая реализация разработанного метода позволила оценить достоверность проведенных исследований на примере построения индивидуального манекена. Практическая реализация предложенного метода в условиях производственного предприятия показала возможность как выполнения ряда типовых проектных процедур в САПР одежды, так и возможность введения процедуры индивидуализации массовой продукции, для повышения качества изделий и удовлетворённости населения одеждой.

#### 4.1 Последовательность персонализации внешней формы манекена

Как изложено в п.3.4 процесс проектирования внешней формы манекена можно изложить в виде последовательности, представленной на рисунке 54.

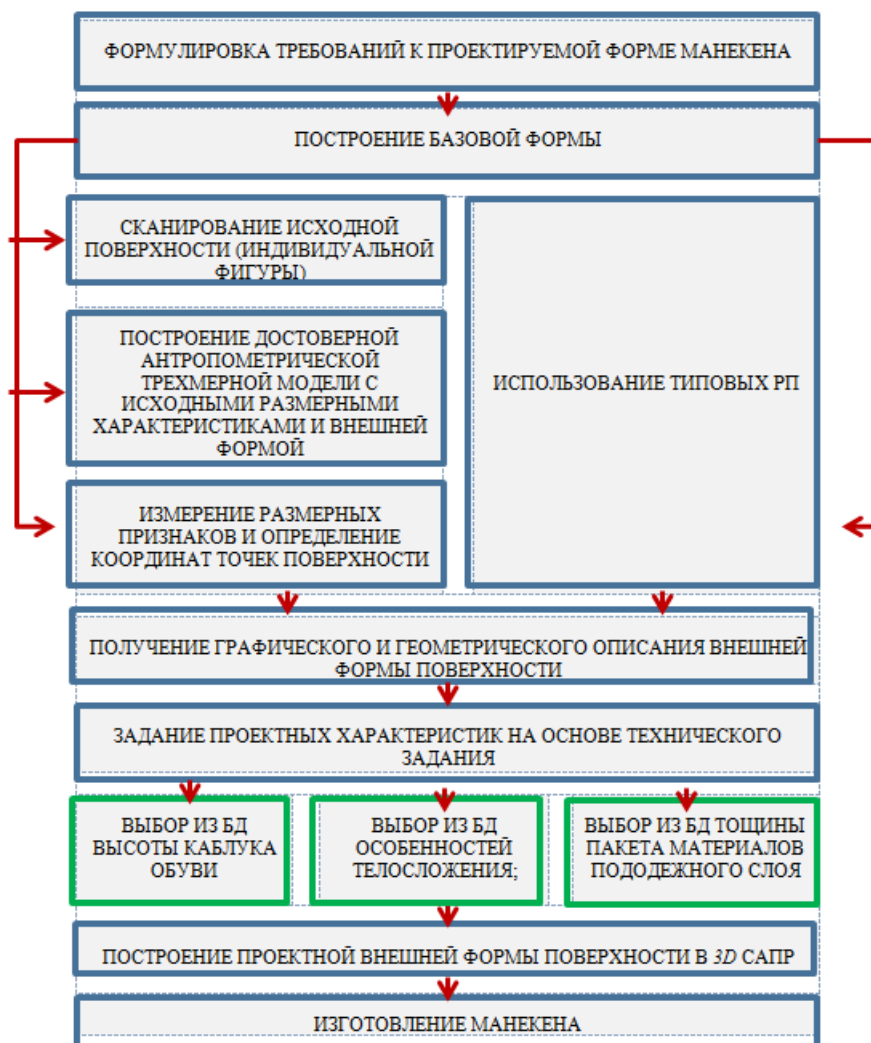


Рисунок 54 – Последовательность проектирования внешней формы манекена

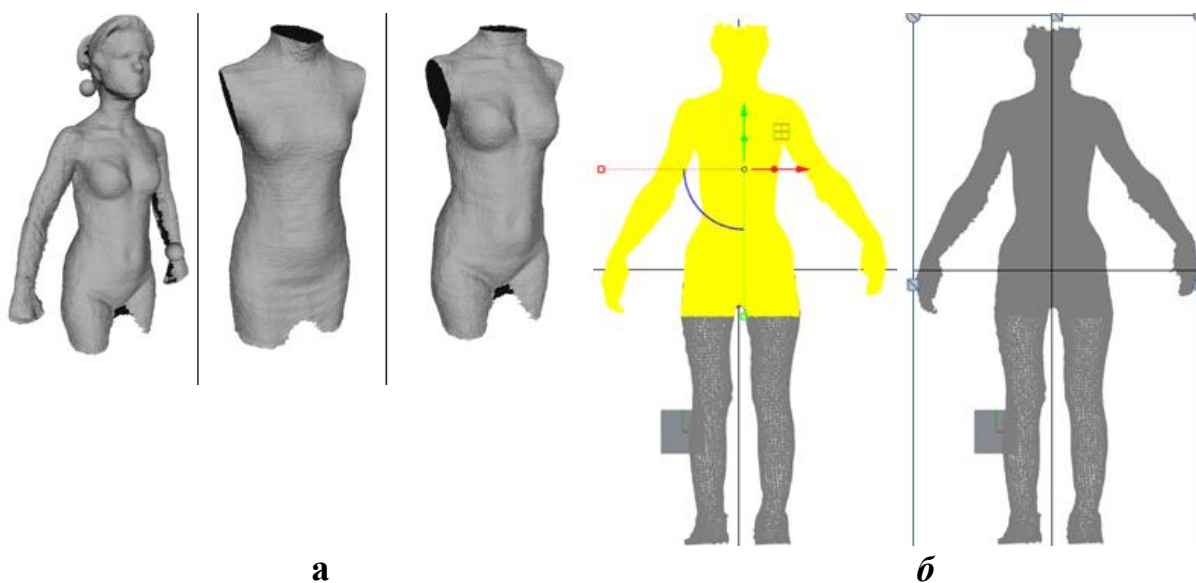
На начальном этапе формулируют требования к манекену и строят исходную базовую форму манекена. Сформулируем следующие требования к манекену: манекен внутренней формы одежды для построения чертежей

конструкции и проведения примерки женского жакета на подкладке; индивидуальная фигура (164-82,5-93); высота каблука обуви – 8 см.

После формулировки требований приступают к этапу построения базовой формы манекена. Выполнить построение базовой формы манекена можно двумя способами. Визуализация описанных способов приведена на рисунке 55.

**Способ 1.** Выполняют сканирование индивидуальной фигуры; удаляют лишнюю информацию о поверхности фигуры человека (голова, руки, ноги); уточняют участок темной зоны в области подмышечных впадин (рис.55,а). Затем полученную трехмерную модель обрабатывают в САПР и согласно пункту 2.3 находят величины размерных признаков в виртуальной среде (приложение Е).

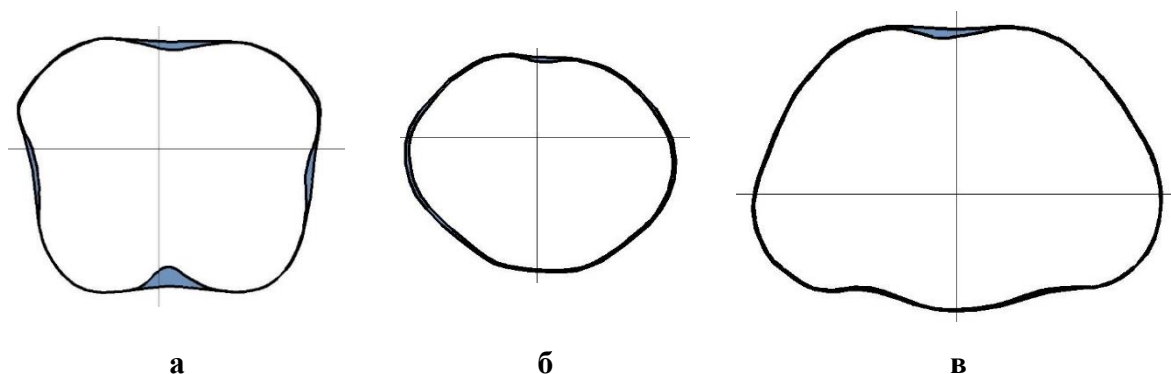
**Способ 2.** Задают типовой трехмерный аватар с размерными признаками (164-84-94), например используют САПР для трехмерного проектирования одежды, например *Clo 3D* (рис.55,б)



**Рисунок 55 – построение базовой формы манекена: а – способ 1, б- способ 2**

Затем в соответствии с техническим заданием на манекен вносят изменения в базовую форму манекена. Из базы данных [121] со сведениями о толщине пододежного слоя на различных участках фигуры подгружают сведения о математических зависимостях для изменения формы

поверхности манекена на уровнях груди, талии и бедер для примерки женского жакета, а соответственно во внешнюю форму манекена нужно внести сведения о распределении толщины слоёв нижнего белья, майки и пуловера, т.е. трех слоёв одежды. Производят изменение формы поверхности манекена ( рис.56 ).

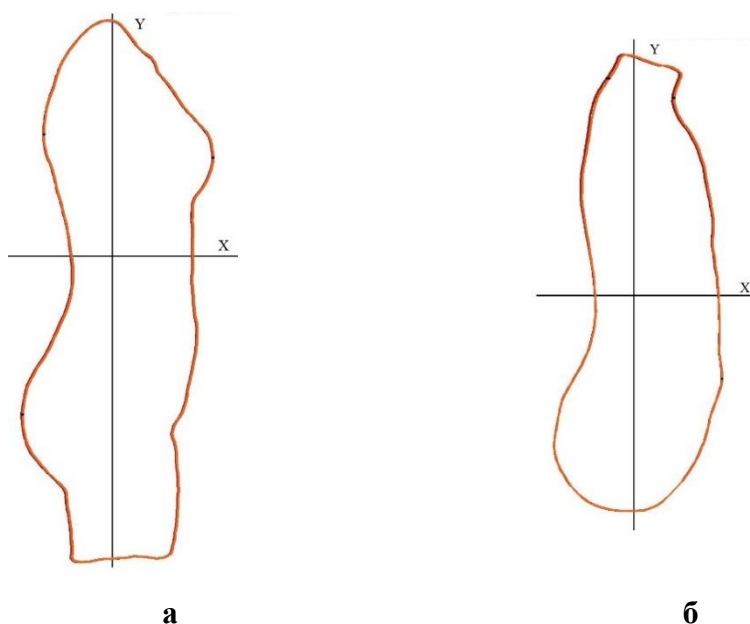


**Рисунок 56 – Горизонтальные сечения проектируемой формы манекена с учетом толщины пододежных слоев: а – уровень обхвата груди третьего; б – уровень обхвата талии; в – уровень обхвата бедер**

В соответствии с математическими зависимостями, описанными в п. 3.1 для определения влияния высоты каблука обуви рассчитывают значения для изменения положения значимых антропометрических точек в соответствии с тем, что в техническом задании требуется учесть обувь с высотой каблука 80 мм. Новое положение антропометрических точек: смещение точки основания шеи спереди по оси  $x$  равно 1,38 см и по оси  $y$  равно - 0,38 см; смещение точки основания шеи сзади по оси  $x$  равно 1,8 см и по оси  $y$  равно -0,18 см; смещение точки выступания живота по оси  $x$  равно 0,18 см и по оси  $y$  равно 0,03 см; смещение сосковой точки по оси  $x$  равно 0,55 см и по оси  $y$  равно 0,09 см; смещение лопаточной точки по оси  $x$  равно 0,4 см и по оси  $y$  равно 0,04 см; смещение ягодичной точки по оси  $x$  равно 0,75 см и по оси  $y$  равно 0,08 см.

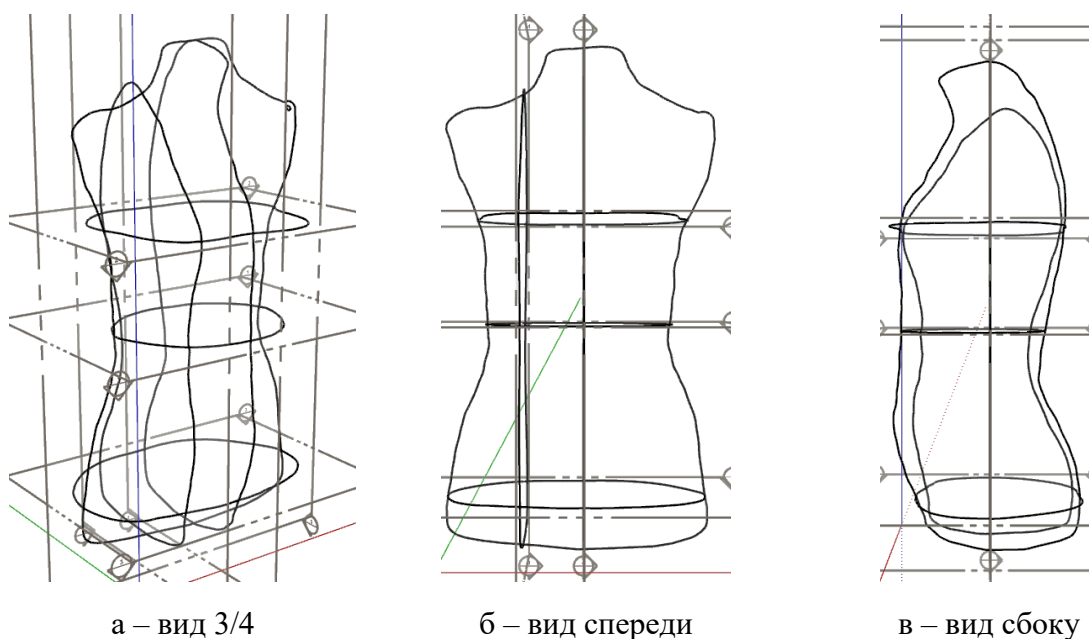
Исходя из приведенных выше данных получают новое расположение антропометрических точек на сагиттальных сечениях. По новым точкам строят новые абрисы сечений, по известным ранее сагиттальным сечениям

(рис.57). Согласно новому расположению антропометрических точек корректируют трехмерную модель манекена.



**Рисунок 57 – Сагиттальные сечения с учетом высоты каблука 80 мм: а – сагиттальное сечение через сосковую точку; б – центральное сагиттальное сечение.**

После наращивания пододежного слоя по участкам формируют внешнюю поверхность манекена, собирают каркас из сечений (рис.58) и заполняют пустоты с помощью кривых второго порядка по горизонтали и вертикали.



а – вид 3/4

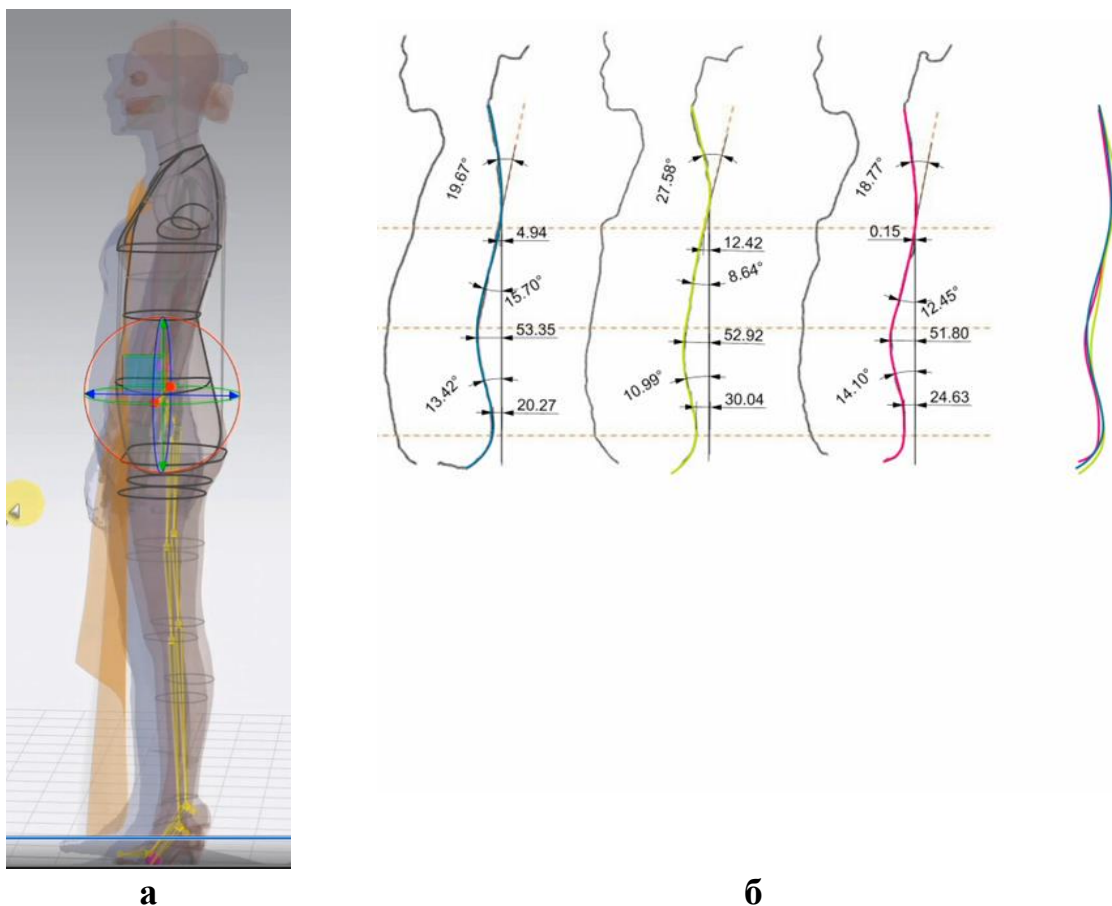
б – вид спереди

в – вид сбоку

**Рисунок 58 – Каркас трехмерного манекена: а – вид  $\frac{3}{4}$ ; б – вид спереди; в – вид сбоку.**



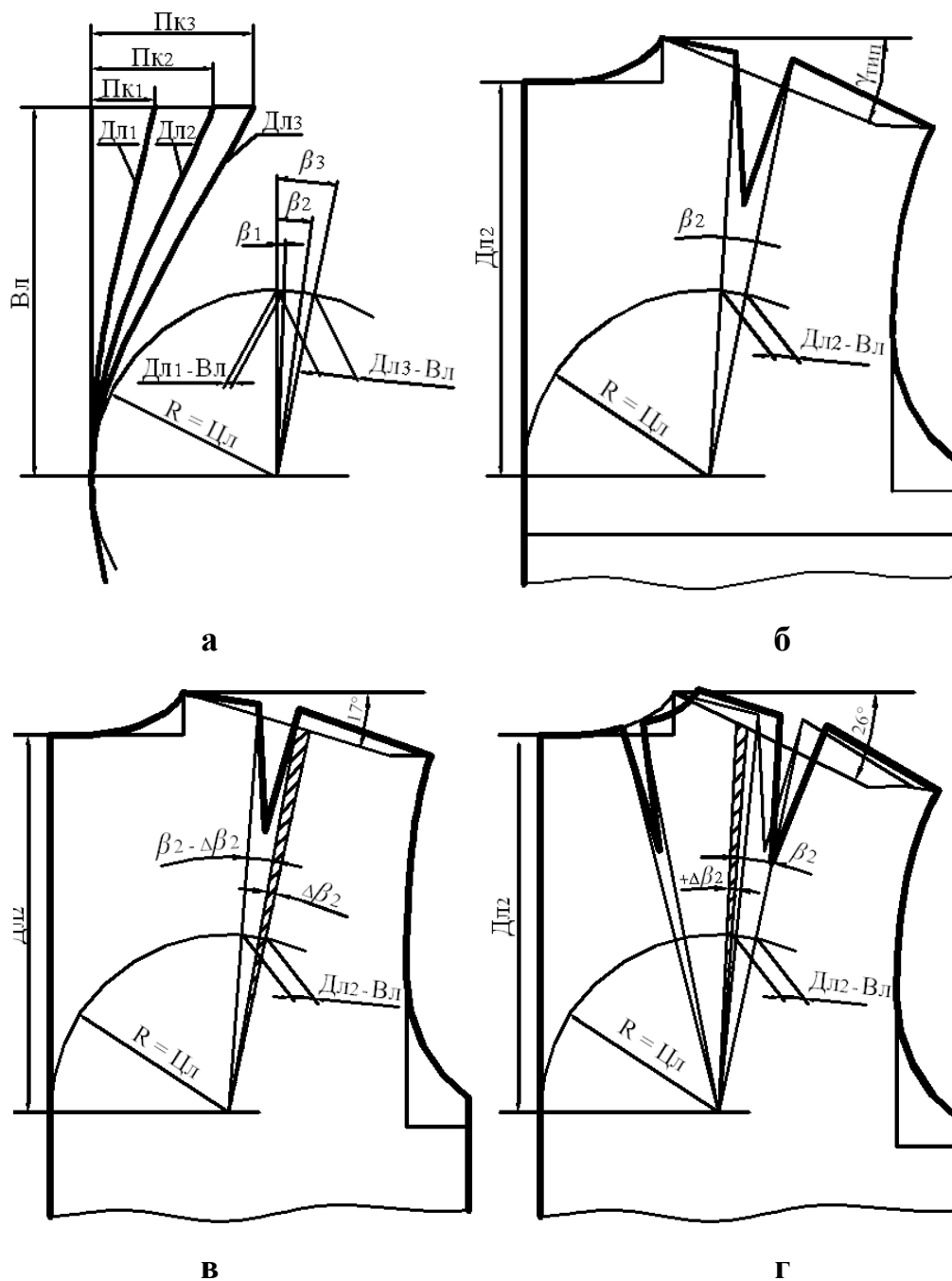
Внесение изменений в форму верхней опорной поверхности цифрового аватара, в соответствии с рассчитанными значениями изменения положения антропометрических точек о положении корпуса и высоте плеч фигуры в зависимости от высоты каблука обуви. Пример внесения изменений в цифровой аватар приведен на рисунке 59.



**Рисунок 59 - Внесение изменений в цифровой аватар в соответствии с высотой каблука обуви: а - трехмерная модель; б- сагиттальные сечения**

Построение индивидуальной формы манекенов позволит конструктору точно определять такие размерные признаки как: высота плеч, выражаемая через угловую характеристику  $\angle \varphi$ , положение выступающих точек лопаток (высота *Вл*) и (длина *Дл*), положение лопаток, выражаемое как измерение между центрами лопаток *Цл*, высота проймы сзади от точки основания шеи сбоку *Впр.з1*, проекционная высота груди *Вг1*, глубины живота *Гж* и ягодиц *Гя*. Перечисленные размерные признаки позволят

вносить изменения в конструкцию одежды (рис.60) в соответствии с индивидуальными характеристиками фигур.



**Рисунок 60 – Схемы построения плечевой вытачки спинки по данным, полученным по персонализированному манекену: а, б – типовое положение плеч; в, г – изменение для фигур с высокими и низкими плечами**

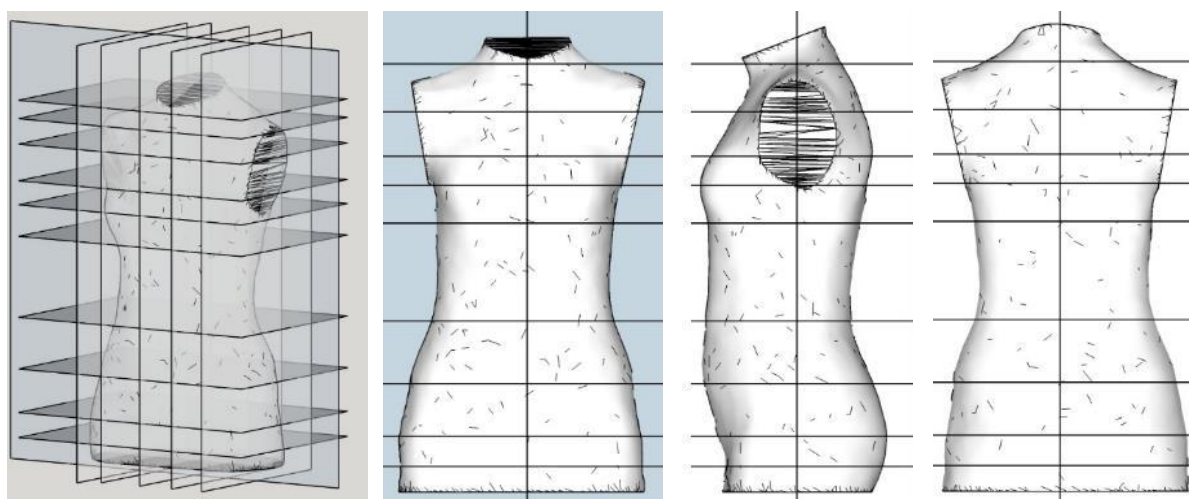
Разработанные БД об изменении толщины пододежного слоя на значимых для проектирования одежды антропометрических уровнях, а также математические зависимости для расчета изменения положения

антропометрических точек позволяют разработать рекомендации для совершенствования методик проектирования женской одежды с учетом индивидуальных особенностей фигур.

#### **4.2 Проектирование одежды на основе обоснованной информации о внешней форме манекена**

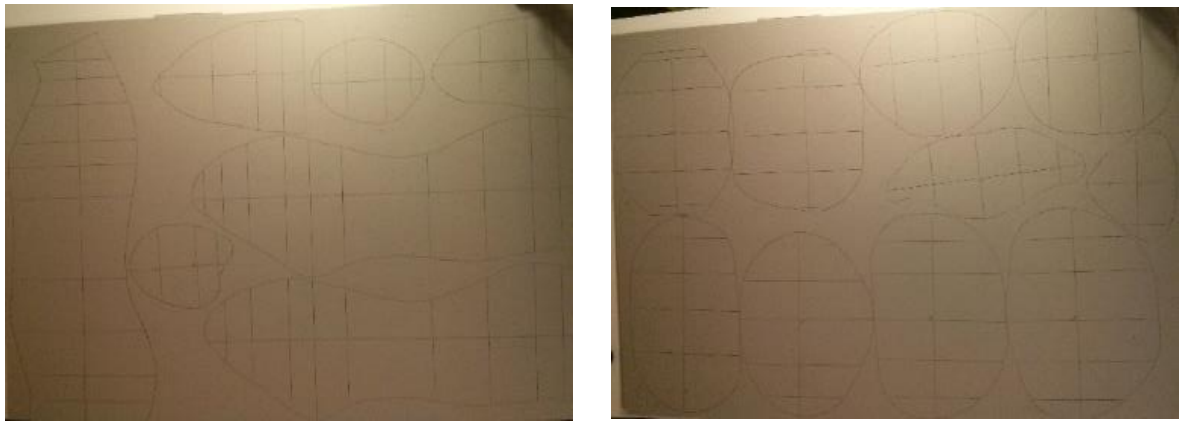
##### *Изготовление манекена для одежды с помощью вертикальных и горизонтальных абрисов трехмерной модели*

Для изготовления индивидуального манекена получают сечения трехмерной модели фигуры человека. Полученную модель разрезают на сечения, наиболее детально отражающих особенности индивидуальной фигуры [116]. Места разреза трехмерной модели выбирают по антропометрическим уровням в горизонтальной (линии груди, талии, бедер и промежуточные), вертикальной (плечевая точка, сосковая точка и центр) и фронтальной плоскостях (рис.61).

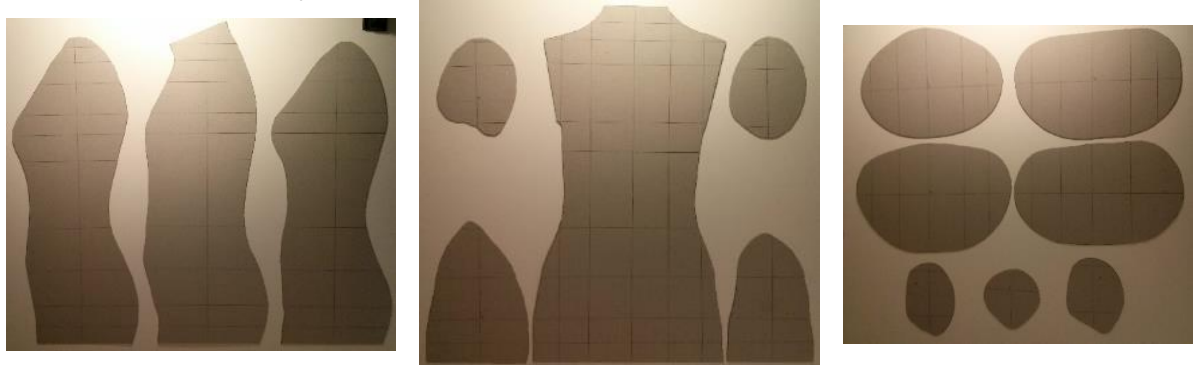


**Рисунок 61 – Разрезанная 3D модель по сечениям**

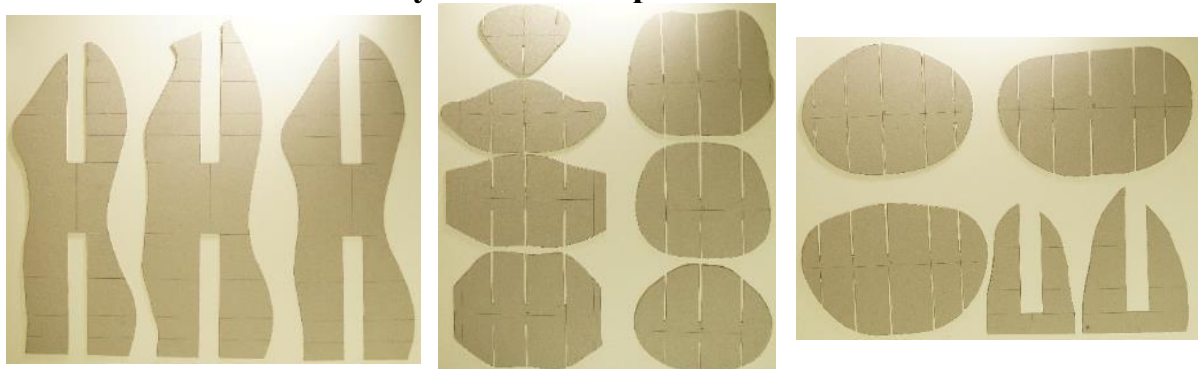
Далее сечения переводят на переплетный картон (рис.62), удаляют лишнюю информацию (рис.63) и делают пазы для соединения деталей (рис.64).



**Рисунок 62 – Распечатанные сечения 3D модели**



**Рисунок 63 – Вырезанные сечения**



**Рисунок 64 – Сечения с пазами**

Затем из полученных сечений комплектуют каркас материального манекена для одежды (рис.65). Картонные сечения соединяют при помощи клеевого пистолета.



**Рисунок 65 – Сборка манекена**

Пустые ячейки, полученные при соединении сечений, наполняют монтажной пеной. Пена, расширяясь заполняет все пустоты. После затвердевания лишнюю монтажную пену удаляют макетным ножом (рис.66).



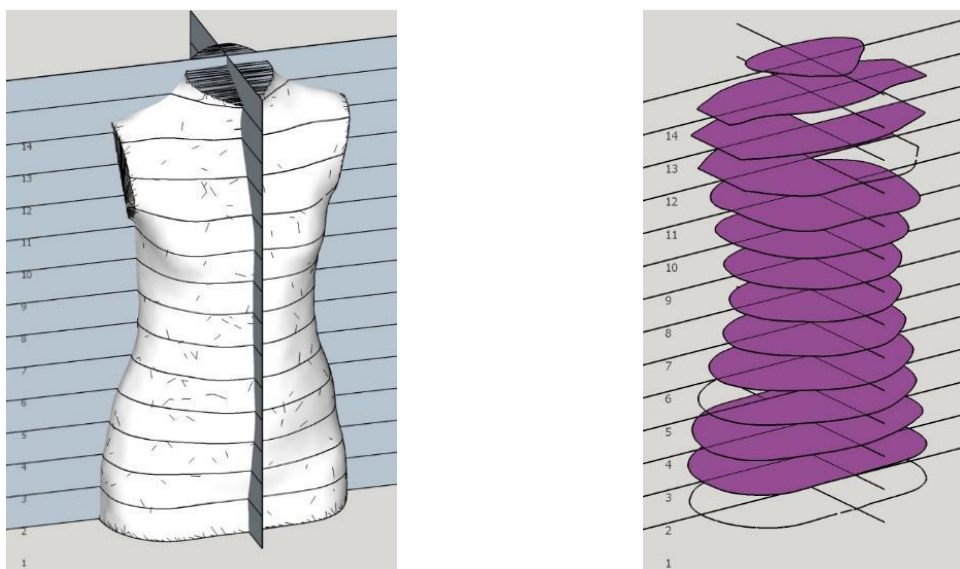
**Рисунок 66 – Заполнение модели монтажной пеной**

Данный способ является экономически выгодным, на изготовление манекена понадобилось 3 листа переплетного картона и 4 баллона монтажной пены. К недостаткам можно отнести трудоемкий процесс изготовления, требующий соблюдения точности и аккуратности при получении сечений индивидуального манекена. Изделие изготавливалось 3

рабочих дня, при 8 часовом рабочем дне. Себестоимость используемых товаров составила 950 рублей на момент написания работы.

***Изготовление манекена для одежды с помощью набора горизонтальных сечений трехмерной модели***

Трехмерную модель разрезают на горизонтальные сечения с шагом 5 см, 3 см и 2 см для изготовления манекена из пенополистирола (рис.67).



**Рисунок 67 – Разрезанная трехмерная модель манекена**

Затем для изготовления манекена сечения вырезают из пенополистирола. Таким образом, чтобы верхнее и нижнее сечения совпадали по фронтальной и сагиттальной плоскостям (рис. 68, 69).



**Рисунок 68 – Сборка сечений манекена индивидуальной фигуры**



**Рисунок 69 – Манекен индивидуальной фигуры**

Все слои сечений между собой склеивают клеем ПВА и вдевают в опорный штырь для удобства эксплуатации.

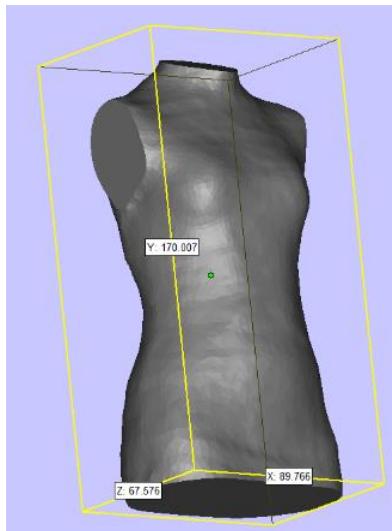
Изготовление манекена данным способом требовало от рабочего точного совпадения нижнего и верхнего сечений. Манекен получился легким и удобным в эксплуатации. После сборки данная модель требовала сглаживания неровностей поверхности, которые возникают в процессе производства. Изделие изготавливалось 2 рабочих дня, при 8 часовом рабочем дне. На изготовление манекена понадобилось 3 листа пенопласта с шириной 5 см, 3 см, 2см. Себестоимость используемых товаров составила 380 рублей на момент написания работы.

***Изготовление индивидуального манекена с помощью технологии 3D печати***

Также практическую реализацию осуществляют с помощью 3D печати. Перед производством манекена необходимо выполнить условия печати и подготовить трехмерную модель: переформатировать файл в формат stl; направить нормали наружу. Таким образом принтер

обрабатывает нормали и определяет внутреннюю и внешнюю поверхность трехмерной модели. А также проверить трехмерную модель на замкнутость контура, наличие внутренних плоскостей, лишние ребра [135,140].

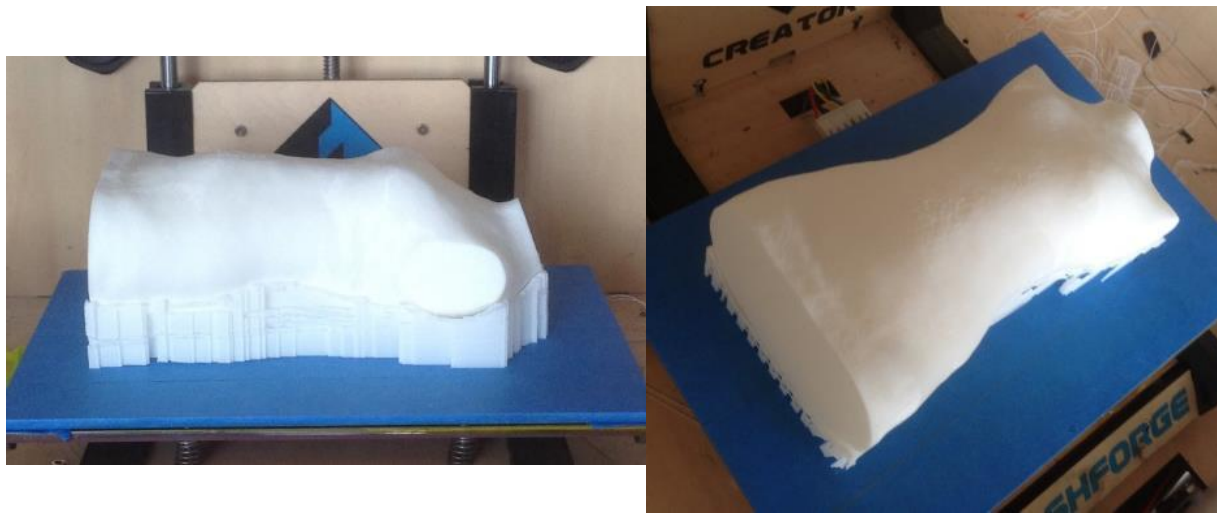
На рис.70 показана подготовленная трехмерная модель для 3D печати.



**Рисунок 70 – Трехмерная модель манекена**

Трехмерную модель манекена изготовили из PLA пластика. Преимуществом данного материала является возможность его повторного использования, материал полностью биоразлагаемый термопластик. Сырье, используемое для производства PLA пластика – пшеница, кукуруза, свекла, тростник. Трехмерная печать длилась 24 часа без остановок (рис.71). Система 3D печати полностью автоматизированная и не требует постоянного присутствия человека. Срок службы данного манекена из PLA пластика составляет 20 лет при температуре окружающей среды не более 45 градусов С [135].





**Рисунок 71 – Напечатанная трехмерная модель манекена индивидуальной фигуры**

***Разработка женского жакета на основе трехмерной модели фигуры и индивидуального манекена***

Важной задачей при оценке качества швейных изделий и их соответствия манекенам служит определение антропометрического соответствия одежды манекену и соответствие одежды индивидуальной или типовой фигуре. Взаимосвязь антропометрических параметров манекена с параметрами готового изделия для проведения поэтапной процедуры оценки качества представлена в ГОСТ 4103-82 [149, 150, 151]. В таблице 26 представлены изображения женского жакета на манекене и фигуре человека. С их помощью определяют статическое соответствие одежды, в данном случае женского жакета. Используя перечень конструктивных дефектов определяют качество посадки (Приложение М). К ним относят: отвесность краев бортов полочек, отвесность рукава, отсутствие наклонных складок, горизонтальных свободных и напряженных складок на спинке. [27].

В Приложении М приведены показатели качества посадки жакета, числовые значения показателей и его оценка.

**Таблица 26- Примерка женского жакета на манекен и индивидуальную фигуру 164-82,5-93.**

Вид спереди	Вид сбоку	Вид сзади
		
		
		
		













Результаты показателей качества посадки жакета на манекене показывают идеальное качество посадки жакета на фигуре.

***Сравнение трехмерной модели физического манекена для одежды и трехмерной модели исходного манекена.***

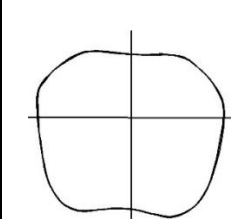
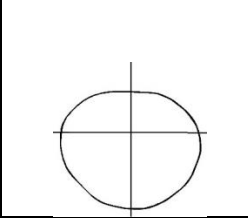
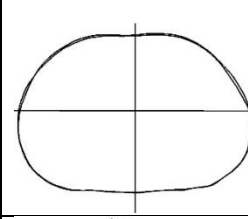
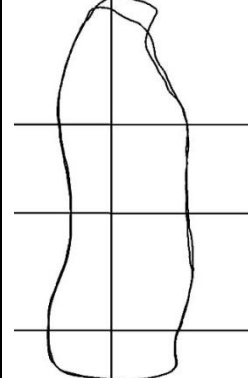
Важным показателем целесообразности изготовления физических манекенов для одежды с применением трехмерного сканирования – соответствие трехмерной модели манекена с реальным манекеном или фигурой тела человека. Для решения данной задачи физический манекен для одежды отсканировали и сравнили с исходной трехмерной моделью.

В таблице 27 представлены изображения трехмерных моделей манекенов и сечения по разным антропометрическим уровням.

**Таблица 27 Сравнение трехмерных моделей**

	Виртуальный манекен	Физический манекен Способ 1 Скан	Физический манекен Способ 2 Скан	Совмещение трехмерных моделей
Трехмерная модель Вид спереди				
Трехмерная модель Вид сзади				
Трехмерная модель Вид 3/4				

### Продолжение таблицы 27

Горизонтальное сечение на уровне груди	Длина линии=90,5 см Площадь=613,6 см <sup>2</sup>	Длина линии=90,7 см Площадь=617,4 см <sup>2</sup>		
Горизонтальное сечение на уровне талии	Длина линии=75,5 см Площадь=445,3 см <sup>2</sup>	Длина линии=75,9 см Площадь=450,2 см <sup>2</sup>		
Горизонтальное сечение на уровне бедер	Длина линии=97,9 см Площадь=711,0 см <sup>2</sup>	Длина линии=98,3 см Площадь=719,7 см <sup>2</sup>		
Центральное сагиттальное сечение	Длина линии=174,2 см Площадь=1455,6 см <sup>2</sup>	Длина линии=167,6 см Площадь=1447,7 см <sup>2</sup>		

Результаты сравнения проектируемого виртуального трехмерного персонализированного манекена и реальных моделей манекенов изготовленных тремя способами: с помощью технологии 3D печати, методом послойного изготовления из пенополистирола и методом сборки горизонтальных и вертикальных абрисов фигуры, показывают, что максимальная погрешность в расхождении измеряемых величин не превышает 0,5 см., то есть с точностью 99,8% показывает соответствие моделей друг другу. Следовательно доказывает применимость предложенного метода проектирования внешней формы манекена как в ручном так и в цифровом формате для использования как в массовом, так и в индивидуальном производстве одежды.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

1. Выполнена апробация проведенных исследований в условиях индивидуального и промышленного производства на примере персонализации манекена внешней формы одежды для индивидуальной фигуры с учетом толщины трёх слоёв пододежного слоя и высоты каблука обуви 80 миллиметров. Доказана возможность персонализации внешней формы манекена в ручном, интерактивном и автоматическом формате с учетом вида проектируемой одежды и высоты каблука обуви.
2. Разработаны рекомендации для совершенствования методик проектирования женской одежды с учетом индивидуальных особенностей фигур, в виде БД об изменении толщины пододежного слоя на значимых для проектирования одежды антропометрических уровнях, а также математические зависимости для расчета изменения положения антропометрических точек.
3. Изготовлены опытные образцы манекенов для индивидуальной фигуры с помощью технологии 3D печати, методом послойного изготовления из пенополистирола и методом сборки горизонтальных и вертикальных абрисов фигуры. Выполнена оценка соответствия проектируемых персонализированных трехмерных виртуальных моделей манекенов изготовленным тремя способами реальным моделям манекенов, которая с точностью 99,8% показывает соответствие моделей друг другу, а следовательно доказывает применимость предложенного метода проектирования внешней формы манекена как в ручном так и в цифровом формате.

## ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Выполнен анализ существующих способов получения исходной информации о поверхности фигуры. Который показал, что существующие отраслевые разработки в области *3D* сканирования тела человека и технологии трехмерного сканирования позволяют разработать информационную базу данных для построения антропометрически достоверных трехмерных моделей фигур и манекенов. Анализ способов задания формы трехмерных манекенов показал, что *3D* манекены для одежды разделяют на манекены, полученные трехмерным сканированием, параметрические манекены и манекены для получения конструкции одежды. Выявлено, что существуют сложности формирования трехмерной поверхности точно соответствующей исходному объекту.
2. Рассмотрены существующие универсальные программы для моделирования трехмерных моделей. Выявлены компании, занимающиеся производством манекенов. В качестве самого перспективного и экологичного способа производства выделено применение *3D* печати. Использование данного способа производства позволит уменьшить сроки появления товаров в продаже и улучшить качество изделий.
3. Разработана концепция процесса проектирования манекенов, которая определяет пути решения информационно-логических, конструкторских и технологических задач для разработки метода проектирования внешней формы манекена для одежды. Проектирование трехмерных манекенов для одежды, на основе скорректированных данных о внешней форме, толщине пододежного слоя и величинах отклонения осанки в зависимости от высоты каблука позволит ускорить производство изготовления одежды. А также позволит повысить качество проектируемой одежды, так как проведение настоящих и виртуальных примерок будет проходить с учётом распределения толщины пододежного слоя и изменения осанки в зависимости от высоты каблука.

4. Разработана техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры построена с учетом требований к объему используемой информации, обеспечивая необходимую скорость и производительность работы. Информационно-техническая структура модуля получения цифрового образа фигуры состоит из глубинных сенсоров и программного обеспечения. Предложено два варианта модуля получения цифрового образа фигуры, спецификация оборудования и схематичный внешний вид.

5. Исследована область соприкосновения верхних конечностей с туловищем человека в зоне подмышечных впадин. Доказана возможность сканирования индивидуальных фигур с отведением рук относительно туловища 30 градусов. При сканировании фигуры с таким положением верхних конечностей распознаваемость участка в области подмышечной впадины повышается на 95%, а увеличение погрешности измерений размерных признаков не превышает 5%, что соответствует требованиям ГОСТ.

5. Разработана методика определения антропометрических точек и размерных признаков в трехмерной среде, обеспечивающая возможность автоматического и ручного выделения антропометрических точек, что приводит к повышению точности проводимых измерений по трехмерной сканированной модели. Реализация методики выполнена в программе SizeReader и разработаны базы данных: №2019620408 «Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры» [115]; №201960487 «Формирование поверхности манекена с учетом толщины пододежного слоя» [121].

6. Составлена БД, структурирована по размерным признакам, получены новые сведения, которые можно использовать для формирования трехмерной рабочей формы манекена.

7. Разработана методика формирования исходной трехмерной модели фигуры человека для построения типовых и индивидуальных манекенов в виртуальной среде на основе заранее разработанной рабочей формы.

Определены способы формирования внешней формы трехмерных моделей путем получения контактных или бесконтактных данных с использованием систем трехмерного сканирования, нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, размерная типология ЦНИИШП) или измерители.

8. Выполнена апробация проведенных исследований в условиях индивидуального и промышленного производства на примере персонализации манекена внешней формы одежды для индивидуальной фигуры с учетом толщины трёх слоёв пододежного слоя и высоты каблука обуви 80 миллиметров. Доказана возможность персонализации внешней формы манекена в ручном, интерактивном и автоматическом формате с учетом вида проектируемой одежды и высоты каблука обуви.

9. Разработаны рекомендации для совершенствования методик проектирования женской одежды с учетом индивидуальных особенностей фигур, в виде БД об изменении толщины пододежного слоя на значимых для проектирования одежды антропометрических уровнях, а также математические зависимости для расчета изменения положения антропометрических точек.

10. Изготовлены опытные образцы манекенов для индивидуальной фигуры с помощью технологии 3D печати, методом послойного изготовления из пенополистирола и методом сборки горизонтальных и вертикальных абрисов фигуры. Выполнена оценка соответствия проектируемых персонализированных трехмерных виртуальных моделей манекенов изготовленным тремя способами реальным моделям манекенов, которая с точностью 99,8% показывает соответствие моделей друг другу, а следовательно доказывает применимость предложенного метода проектирования внешней формы манекена как в ручном так и в цифровом формате



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 года/ Утв. Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 24 сентября 2009 г. № 853.
2. Николаев Л.П. Рационализация построения одежды на основе антропометрических данных // Швейная промышленность, 1932. № 8-9. С. 56-84.
3. Николаев Л.П. Метод установления средних контуров тела и определенных отклонений от них // Антропологический журнал. 1934. №3. С. 77-97. 260.
4. Кузьмичев, В. Е. Новый подход к конструированию одежды по ее оцифрованным изображениям / В. Е. Кузьмичев и др. // Швейная промышленность. 2006. - № 3. - С. 37-38.
5. Шаммут Ю.А., Корнилова Н.Л., Баландина Г.В. Разработка трехмерной компьютерной модели торса фигуры для проектирования плотнооблегающих изделий Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2008. - № 4 (309). - С. 79-82.
6. Ивлева Г.С. Разработка методики проектирования опорной поверхности манекенов женской одежды: Автореф. на соиск. учен. степени канд. техн. наук /МТИЛП. – М. – 1969. – 30 с.
7. Акилова З.Т. Проектирование корсетных изделий. – М.: Легкая индустрия. – 1979. – 168 с.
8. Акилова З.Т. Проектирование манекенов с целью совершенствования конструкции корсетных изделий: Автореф. на соиск. учен. степени канд. техн. наук /МТИЛП. – М. – 1975. – 32 с.
9. Стебельский М.В., Индиченко И.Г. Применение стереофотограмметрии для изучения поверхности тела человека. – Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1966. - №3. – с.130-135.

10. Богданов В.Н. Об изображении каркасной поверхности макета фигуры человека. – Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1968. - №3. – с.134-139.
11. Савостицкий А.В., Коблякова Е.Б. О проблеме манекенов для швейной промышленности. – Швейная промышленность. – 1971. - №5. – с. 17-20.
12. Кривобородова, Е. Ю. Методология адресного проектирования одежды с использованием новых информационных технологий / Е. Ю. Кривобородова. – М.: МГУДТ, 2007. – 263 с.
13. Кривобородова, Е. Ю. Разработка методологии адресного проектирования одежды с использованием новых информационных технологий : дис.....д-ра техн. наук : 05.19.04 / Кривобородова Елена Юрьевна. - М., 2005. – 358 с.
14. Стебельский М.В. Разработка манекена для конструирования и контроля качества посадки мужской верхней одежды: Автореф. на соиск. учен. степени канд. техн. наук /МТИЛП. – М. – 1970. – 29 с.
15. Стебельский, М. В. Макетно-модельный метод проектирования одежды / М. В. Стебельский ; М. : Легкая индустрия, 1979. - 160 с.
16. Буданова, Т. И. Макетно-модельный метод проектирования швейных изделий / Т. И. Буданова, А. В. Савостицкий // Швейная промышленность. 1978. - №4. - С. 3-6.
17. Стебельский, М. В. Разработка манекена для конструирования и контроля качества посадки мужской верхней одежды: дис. канд. техн. наук.- М., 1969.-224 с.
18. Практикум по размерной антропологии и биомеханике: учебное пособие для вузов / А. Ю. Рогожин, Р. В. Иевлева, Е. Ю. Кривобородова, М. А. Гусева, И. А. Петросова. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2010. – 159 с.
19. Гусева, М. А. Совершенствование метода трёхмерного проектирования элементов конструкции плечевой одежды : дисс....канд. техн. наук : 05.19.04 / Гусева Марина Анатольевна. – М., 2007. – 235 с.

20. Гетманцева, В. В. Методика проектирования виртуального манекена / В. В. Гетманцева, Л. О. Гальцова, М. С. Бояров, М. А. Гусева // Швейная промышленность. – 2011. - № 6. - С. 32–34.
21. Моделирование процесса формообразования поверхности одежды Рогожин А.Ю., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Дизайн и технологии. 2017. № 60 (102). С. 25-34.
22. Методы проектирования манекенов фигур. разработка внешней формы манекена Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А. // Электронное учебное пособие для магистров по направлению 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности – Москва. - 2018.
23. Кастомизированная коррекция типового виртуального манекена оболочкой переменной толщины Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Петросова И.А., Гетманцева В.В. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2019. - № 2 (380). С. 113-123.
24. Гетманцева, В. В. Методика проектирования виртуального манекена / В. В. Гетманцева, Л. О. Гальцова, М. С. Бояров, М. А. Гусева // Швейная промышленность. – 2011. - № 6. - С. 32–34.
25. Сборник тезисов 9-й международной конференции «3D Body Scanning and Processing Technologies» в Лугано. ULR: [http://www.3dbodyscanning.org/2018/docs/3dbody2018\\_program.pdf](http://www.3dbodyscanning.org/2018/docs/3dbody2018_program.pdf)
26. Standard for 3D Body Processing ULR: <https://standards.ieee.org/project/3141.html>
27. Коблякова Е.Б., Савостицкий А.В., Ивлева Г.С. Основы конструирования одежды. – М.; Легкая индустрия. – 1980. – 448 с.
28. Коблякова, Е.Б. Ивлева Г.С., Романов В.Е. и др. Конструирование одежды с элементами САПР: учебник для вузов / - М.; Легпромбытиздат. 1988. – 464 с.

29. Петросова, И. А. Разработка бесконтактных методов исследования поверхности фигуры для проектирования одежды : дис....канд. техн. наук : 05.19.04 / Петросова Ирина Александровна. – М., 2007. – 171 с.
30. Петросова, И. А. Обзор возможностей современных методов исследования формы поверхности фигуры человека / И. А. Петросова, Е. Г. Андреева // Техника и технология. – 2009. - № 3. – С.
31. Петросова, И. А. Разработка бесконтактного метода определения координат точек поверхности фигуры / И. А. Петросова // Научная перспектива. - 2013. - № 5. - С. 114–116.
32. Трехмерное сканирование как эрго-инструмент в инклюзивной антропометрии Гусева М.А., Костылева В.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Литвин Е.В. // В сборнике: Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект. Сборник научных трудов. – Москва. - 2019. - С. 6-8.
33. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Разработка технологии трехмерного сканирования для проектирования виртуальных манекенов фигуры человека и 3D моделей одежды. Монография / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева. – М.: РИО МГУДТ, 2014 - 220 с.
34. Human Solutions GmbH // Режим доступа: <https://www.human-solutions.com/>
35. 3dMD // Режим доступа: <https://3dmd.com/about-us/>
36. Sizestream // Режим доступа: <https://www.sizestream.com/>
37. Artec // Режим доступа: <https://www.artec3d.com/ru>
38. Shuaiyin Zhu and P.Y. Mok Predicting realistic and precise human body models under clothing based on orthogonal-view photos // Procedia Manufacturing 3 (2015 ) 3812 – 3819
39. Intelligent 3-D human modelling technology projects body shape and size accurately within 10 seconds. ULR:<https://phys.org/news/2018-04-d-human-technology-body-size.html#jCp> (дата обращения 24.02.2020)

40. Картер Г., Мейс А. Тутанхамон. Гробница египетского фараона / под редакцией Канцельсона И.С. М.: Издательство восточной литературы. - 1959. – 482 с.
41. Кацнельсон И.С. Тутанхамон и сокровища его гробницы. – Наука. – 1976. – 152 с.
42. Брукнер К. Золотой фараон. – А.С.К. – 1993. – 336 с.
43. Peter-Pike J. Sloan, Charles F. Rose III, Michael F. Cohen. Shape by Example// Association for Computing Machinery. – 2001. – P.135-143.
44. Xiaozhi Li, Xiaozhi Li; Xiaojiu Li, Xiaojiu Li. 3D Body Point Cloud Data Denoising and Registration// Institute of Electrical and Electronics Engineers . – 2009. – P. 587-590.
45. In Hwan Sul, Tae Jin Kang. Regeneration of 3D body scan data using semi-implicit particle-based method// International Journal of Clothing Science and Technology. - 2010. – Vol.24, No4. –P.248-272.
46. Weiss A., Hirshbergf D., Blackf M.J. Home 3D Body Scans from Noisy Image and Range Data//Institute of Electrical and Electronics Engineers. – 2012. – P.1951-1958
47. Cappelletto E., Zanuttigh P., Cortelazzo G.M. Handheld scanning with 3D cameras// Institute of Electrical and Electronics Engineers/ - 2013. – P.367-372.
48. Jing Tong, Jin Zhou, Ligang Liu, Zhigeng Pan, Hao Yan. Scanning 3D Full Human Bodies Using Kinects//Transactions on Visualization and Computer Graphics – 2012. - Vol.18, No4. –P.643-650.
49. Балжирсурэна Ганцэцэга Автоматизация проектирования нестандартных компьютерных манекенов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12/ НГТУ, Омск, 2009. – 178 с.
50. Грудинин С.Н. Деформационный метод моделирования параметризованных 3D манекенов на основе порождающих моделей // Apriori. Серия: Естественные и технические науки. – 2015, №1. – С.1-20.

51. C.K. Au, M.M.F. Yuenb. Feature-based reverse engineering of mannequin for garment design// *Computer-Aided Design*. - 1999. - Vol.31, No12. –P.751-759.
52. C.K. Au, M.M.F. Yuenb. A semantic feature language for sculptured object modelling// *Computer-Aided Design*. 2000. – Vol.32, No1. – P.63-74.
53. Tae Jin Kang and Sung Min Kim. Development of three-dimensional apparel CAD system// *International Journal of Clothing Science and Technology*. - 2000. - Vol.12, No1. –P.39-49.
54. Kim Sung Min, Kang Tae Jin. Garment pattern generation from body scan data// *Computer-Aided Design*. – 2003. – Vol.35, No7. – P.611-618.
55. WonSook. Lee, Jin Gu, Magnenat-Thalmann N. Generating Animatable 3D Virtual Humans from Photographs// *Computer Graphics Forum*. – 2000. – Vol.19, No3.
56. Charlie C.L. Wang, Yu Wang, Matthew M.F. Yuen. Feature based 3D garment design through 2D sketches// *Computer-Aided Design*. - 2003. - Vol.35, No7. –P.659-672.
57. Yang Liu, Shouqian Sun, Aiguo Xu. Axial Deformation Technology for Parameterized Mannequin Modeling// *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. – 2008. – P.415-420.
58. Huiqing zhao, Jijun Li, Cong Gao. Reconstruction of 3D Mannequin by Two-Dimensional Photos// *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. – 2008.
59. Abels A., Kruusmaa M. Design of a shape-changing anthropomorphic mannequin for tailoring applications// *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. – 2009.
60. Wang Ying, Liu Zhengdong. Parametric Mannequin Modeling Method Based on Feature// *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. – 2010. - P.116-119.

61. Jiyun Li, Jiaxnn Chen. A mannequin modeling method based on section templates and silhouette control// International Journal of Clothing Science and Tecnology. - 2009. - Vol.21, No5. –P.300-310.
62. Charlie C.L. Wang. Parameterization and parametric design of mannequins// Computer-Aided Design. – 2005. - Vol.37, No1. –P.83-98.
63. Hyunsook Han, Yunja Nam. Algorithms of the Automatic Landmark Identification for various torso shapes//International Journal of Clothing Science and Technology. - 2010. - Vol.22, No5. –P.343-357.
64. Hyunsook Han, Yunja Nam. Automatic body landmark identification for various body figures// International Journal of Industrial Ergonomics. – 2011. - Vol.41, No6. –P.592-606.
65. Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen. A study of surface reconstruction for 3D mannequins based on feature curves// Computer-Aided Design. - 2013. - Vol.45, No11. –P.1426-1441.
66. Bye E., LaBat K., McKinney E., Kim D.E. Optimized pattern grading// International Journal of Clothing Science and Technology. – 2008. – Vol.20, No2. – P.79-92.
67. Bye E., McKinney E. Fit analysis using live and 3D scan models// International Journal of Clothing Science and Technology. – 2010. – Vol.23, No2/3. – P.88-100.
68. MyungHee S., Bye E. Exploratory Study on Developing a Body Measurement Method Using Motion Capture// Clothing and Textiles Research Journal – 2014. – Vol.32, No3.
69. C.K. Au, Y.-S. Ma. Garment pattern definition, development and application with associative feature approach// Computers in Industry. – 2010. – Vol.61, No6. – P.524-531.
70. Park S.M., Choi K.M., Nam Y.J., Young-A Lee Y.-A. Multi-purpose three-dimensional body form // International Journal of Clothing Science and Technology. - 2011, Vol.23, Is.1.- P.8-24.

71. Hlaing E.C., Krzywinski S., Roedel H. Garment prototyping based on scalable virtual female bodies // *International Journal of Clothing Science and Technology*.- 2013, Vol.25, Is.3.- P.184-197.
72. Zhu S., Mok P.Y., Kwok Y.L. An efficient human model customization method based on orthogonal-view monocular photos // *Computer-Aided Design*.- 2013, Vol.45, Is.11.- P.1314–1332.
73. Сеницкий И.А. и др. Моделирование мягких тканей виртуального манекена для проектирования корсетных изделий и белья // *Программные продукты и системы / Software & Systems*, № 1 (109), 2015.
74. Григорьева З.Р., Горелова А.Е., Корнилова Н.Л. Разработка способа учета свойств материалов в автоматизированном процессе проектирования одежды // *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*. 2016, №3(33). – С.55-59.
75. Кузьмичев В.Е., Жукова И.В., Гниденко А.В., Ли Юе Методика обработки оцифрованных изображений фигур и одежды // *Технология текстильной промышленности*. 2007, №1. – С.90-93.
76. Кузьмичев В.Е., Жукова И.В., Гниденко А.В., Ли Юе Формирование базы данных для проектирования одежды по оцифрованным изображениям систем фигура-костюм // *Технология текстильной промышленности*. 2007, №26.. – С.77-81.
77. Зверева Ю.С., Кузьмичев В.Е., Ли Цзи Моделирование процесса формообразования брюк разных объемно-пространственных форм // *Технология текстильной промышленности*. 2011, №3. – С.83-88.
78. Кузнецова А.В., Кузьмичев В.Е. Совершенствование проектирования манекенов фигур типового телосложения // *Технология текстильной промышленности*. 2012, №1. – С.99-104.
79. Ли Юе, Кузьмичев В.Е. Новая технология обработки и проектирования виртуальных систем «женская фигура-куртка» // *Швейная промышленность*. 2009, №1. – С.32-35.



80. Ло Юнь, Кузьмичев В.Е. Технология параметризации формы одежды // Швейная промышленность. 2010, №2. – С.30-33.
81. Ло Юнь, Кузьмичев В.Е. Конструктивное обоснование получения объемно-пространственной формы одежды // Швейная промышленность. 2010, №4. – С.40-43.
82. Сахарова Н.А., Кузьмичев В.Е., Цан Ни Технология виртуального проектирования объемно-пространственной формы женских платьев по чертежам их конструкций // Швейная промышленность. 2011, №2. – С.38-41.
83. Раздомахин Н.Н. Проекционные прибавки – основа технологии трехмерного проектирования поверхности одежды // Швейная промышленность. 2004, №3. – С.32-34.
84. Раздомахин Н.Н. Трехмерное моделирование одежды / Н. Н. Раздомахин, А. Г. Басуев, Е. Я. Сурженко // В мире оборудования. – 2003, №3. – С. 42–43.
85. Раздомахин Н.Н. Теоретические основы и методическое обеспечение трехмерного проектирования одежды дис.....д-ра техн. наук : 05.19.04 / Раздомахин Николай Николаевич. - Спб., 2004. – 364 с.
86. Раздомахин Н.Н. Проект дизайнера одежды – виртуальная трехмерная модель // В мире оборудования. 2002. - №11. – с.22-23.
87. Раздомахин Н.Н., Сурженко Е.Я. Параметры формообразования фигуры человека в технологии трехмерного проектирования одежды // Швейная промышленность. – 2007. - №4. – с.57-58.
88. H.Q. Huang, P.Y. Mok, Y.L. Kwok, J.S. Au. Block pattern generation: From parameterizing human bodies to fit feature-aligned and flattenable 3D garments// Computers in Industry. – 2012. - Vol.63, No7. –P.680-691.
89. Mader International // Режим доступа: <https://www.maderinternational.com/about-us/>.
90. Alvis plus // Режим доступа: <http://www.alvis.com.pl/>.
91. Proportion // Режим доступа: <https://www.proportionlondon.com/>.

92. IDW // Режим доступа: <http://www.idwparis.com/uk/home>.
93. Siegel and Stockman // Режим доступа: <http://www.siegel-stockman.com/mannequins>.
94. Manekenplus // Режим доступа: <https://manekenplus.ru/>.
95. Тексити // Режим доступа: <https://texcity.ru/>.
96. Royal dress forms // Режим доступа: <https://rdfgroup.ru/>.
97. A2Mannequin // Режим доступа: <http://www.a2mannequin.com/>.
98. Genesis // Режим доступа: <https://www.genesis-display.com/de/>.
99. Hans Boodt Mannequins // Режим доступа: <https://www.hansboodtmannequins.com/our-collections/>.
100. Siegel and Stockman // Режим доступа: <http://www.siegel-stockman.com/>
101. ManekenPlus // Режим доступа: <https://manekenplus.ru/>
102. Leach N. *3D Printing in Space*// *Architectural Design*. – 2014. – Vol.84, No6. – P.108-113.
103. Fullerton J. N; Frodsham G. C M; Day R. M. *3D printing for the many, not the few*// *Nature Biotechnology*. – 2014. – Vol.32, No11. – P.1086-1087.
104. Kusha C.; Ajay J. *Acoustics in 3D Printing*// *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*. 2014. – Vol.39, No4.
105. URL: <http://meshlab.sourceforge.net/>.
106. URL: <https://beta.support.xbox.com/help/hardware-network/kinect/kinect-sensor-setup-tips>
107. Тутова А.А., Петросова И.А. Проектирование манекенов для одежды с применением трехмерного сканирования // 66 Внутривузовская научная студенческая конференция «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2014)». - с. 14.
108. Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Белгородский В.С. Проектирование трехмерных манекенов фигуры человека. // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. - 2019. - Т. 43. № 1. - с. 65-70.

109. Капанджи А.И. Верхняя конечность. Физиология суставов. Т.1. – 6-е изд. – Эксмо. – 2014. – 368 С.
110. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я. Атлас анатомии человека: Учеб.пособие: В4т.Т.1. – 7-е изд., перераб. – М.: РИА «Новая волна»: Издатель Умеренков, 2009. – 344с.
111. Спектор А.А. Большой иллюстрированный атлас анатомии человека. – М.: Издательство АСТ. – 2016. – 160с.
112. Винсент Перез Большой атлас анатомии человека. – М.:Издательство Астрель. – 2013. – 192с.
113. ГОСТ 31396-2009 Межгосударственный стандарт. Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. – М.: Стандартиформ, 2011. – 29с.
114. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды. М.: ЦНИИШП. – 2003. – 107с.
115. Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Белгородский В.С. Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры // Свидетельство регистрации базы данных №2019620408. - патентообладатель: ФГБОУВО РГУ им. А.Н. Косыгина опубл.15.03.2019.
116. Коблякова Е.Б. Основы проектирования рациональных размеров и формы одежды: Монография. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 207 с.
117. Лабораторный практикум по конструированию одежды с элементами САПР : учебное пособие для вузов / Е. Б. Коблякова, А. И. Мартынова, Г. С. Иевлева. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 320с.
118. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.К., Ивлева Г.С., Иевлева Р.В. Основы прикладной антропологии и биомеханики: учебник для вузов / под ред. Е. Б. Кобляковой. – СПб.: Информационно-издательский центр МГУДТ, 2005. – 280 с.

119. Практикум по антропологии и биомеханике. Методическое пособие для вузов / М. А. Гусева, И. А. Петросова, Е. Ю. Кривобородова и др. - М.:РИО МГУДТ, 2012. – 119 с.
120. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды: ОАО «ЦНИИШП», 2003.
121. Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Белгородский В.С. Формирование поверхности манекена с учетом толщины пододежного слоя. // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019620487, 26.03.2019. Заявка № 2019620261 от 01.03.2019.
122. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / Под ред. Е.Б.Кобляковой – М.: Мастерство; Изд.центр «Академия», 2001. – 288 с.
123. Дунаевская, Т. Н. Сравнительное исследование изменчивости морфологических признаков у мужчин и женщин / Т. Н. Дунаевская, Ю. С. Куршакова, Н. С. Смирнова, Т. П. Шагурина (Чижикова) // Вопросы физической антропологии женщин. Тарту. ТГУ. - 1980. - С.47–49.
124. Коблякова, Е. Б. Разработка основ проектирования рациональных размеров и формы одежды : дис....д-ра техн .наук : 05.19.04 / Коблякова Е. Б. – М., – 541 с.
125. Петросова И.А., Тутова А.А., Андреева Е.Г. Проектирование манекенов для одежды на основе данных трехмерного сканирования фигуры // Научный обозреватель,12(36). - 2013. - с.83-88.
126. Гусева М.А., Петросова И.А., Андреева И.А., Саидова Ш.А., Тутова А.А. Исследование системы «человек – одежда» в динамике для проектирования эргономической одежды // Естественные и технические науки. – 2015. - №11. – с.513-516.
127. Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А., Гусев И.Д. 3D проектирование внешней формы и конструкций швейных изделий с

высоким антропометрическим соответствием фигуре// Дизайн. Материалы. Технология. – 2018. – №1. – с.114-119.

128. Тутова А.А., Андреева Е.Г. Разработка метода проектирования трехмерных манекенов для одежды // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ – 2015): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1. – М.:ФГБОУ ВПО «МГУДТ». – 2015. – с.116-117.

129. Айкян Д.А., Гусева М.А., Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Исследования нестабильности формы одежды с помощью системы трехмерного сканирования // Научная дискуссия: вопросы технических наук: сб. ст. по материалам XLII Международной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук». – № 1 (31). – М., Изд. «Интернаука». - М.:ФГБОУ ВПО «МГУДТ». - 2016. – с. 129-133.

130. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А., Овсянникова М.А., Разработка базы данных виртуальных манекенов детских фигур с применением сенсора MICROSOFT KINECT // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2016) сборник материалов международной научно-технической конференции. - 2016. - с. 210-214.

131. ГОСТ 3927-88 Колодки обувные. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1989.

132. Овсянникова М.А., Тутова А.А., Антропометрические исследования для проектирования индивидуальных манекенов детских фигур // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире сборник статей Международной научно-практической конференции. - 2016. - с. 53-55.

133. Гусев И.Д., Тутова А.А., Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Инструментарий для высокоточной параметрии швейного изделия. // В сборнике: материалы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов в двух томах. - 2018. - с. 136-139.

134. Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А. Методы проектирования манекенов фигур. разработка внешней формы манекена. // Электронное учебное пособие для магистров по направлению 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности. – Москва. - 2018. – 68 с.
135. Тутова А.А., Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Особенности построения трехмерной модели манекена для одежды по данным трехмерного сканирования // Современные проблемы науки и образования. – 2015. - №2-1.
136. Мартынова А.И., Андреева Е.Г. Конструктивное моделирование одежды: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Московский государственный университет дизайна и технологии, 2006. – 216 с.
137. Разработка технологии трехмерного сканирования для проектирования виртуальных манекенов фигуры человека и 3D моделей одежды. (монография) /М.: РИО МГУДТ, 2015 / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева.
138. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Тутова А.А., Проектирование индивидуальных виртуальных манекенов // Моделирование в технике и экономике сборник материалов международной научно-практической конференции. - 2016. - с. 534-536.
139. Тутова А.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Овсянникова М.А. Проектирование манекенов для людей с особенностями телосложения // Актуальные проблемы инклюзии: качество жизни, безбарьерная среда, образование без границ Сборник научных публикаций. – 2016. – с.70-73.
140. Патент РФ №2311615 Российская Федерация, МПК G01B11/25. Способ бесконтактного определения проекционных размеров объекта и получения его трехмерной модели. [Текст] /Петросова И.А., Коблякова Е.Б.; патентообладатель - Моск. госуд. универ-т дизайна и технологии (МГУДТ). – № 2005122014/28; заявл. 13.07.2005; опубл.: 27.11.2007, Бюл.№ 33 – 10с. : ил. – 0,6 п.л. (лично автором – 0,3 п.л.)

141. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010616185 РФ. Бесконтактный измерительный комплекс /Петросова И.А., Андреева Е.Г., Ключков Р.С.// патентообладатель - РФ в лице Министерства промышленности и торговли РФ. – № 2010616185; заявл. 08.10.2010; зарег. 20.10.2010.
142. Бесконтактный измерительный комплекс / Ср-во на программу для ЭВМ №2010616185 РФ патентообладатель – Минпромторг РФ; заявл. 08.10.2010; зарег. 20.10.2010 И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, Р.С. Ключков.
143. Дубровский В. ФедороваВ. Биомеханика. – Владос-Пресс. – 2008. – 672 с.
144. Способ получения трехмерного объекта сложной формы / Патент РФ № 2388606 патентообладатель – МГУДТ; заявл. 06.10.2008; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13 / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, А.И. Мартынова
145. Единый метод конструирования женской одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения на фигуры различных типов телосложения. ЦОТШЛ. Части 2. - М.: ЦБНТИ, 1991 г.
146. Степанов И.О., Тутова А.А., Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Виртуальное представление мужских костюмов на трехмерной модели фигуры потребителя. // Дизайн и технологии. - 2018. - № 66 (108). - с. 60-68.
147. Petrosova I.A., Tutova A.A., Andreeva E.G. Designing three-dimensional man figure mannequins. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019" - Chapter 3. 2020. - С. 042075.
148. Петросова, И. А. Анализ методов измерений фигуры человека и систем трехмерного сканирования в легкой промышленности / И. А. Петросова, Е. Г. Андреева // Дизайн и технология. – 2012. - № 30(72). – С.
149. Савостицкий, Н.А. Материаловедение швейного производства: учебное пособие / Н. А. Савостицкий, Э. К. Амиров. – М.: Академия, 2001. – 240с.


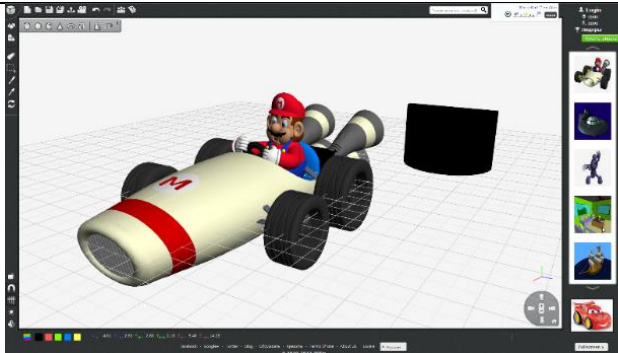
150. ЦОТШЛ. Единый метод конструирования женской плечевой одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения на фигуры различных типов телосложения, ч.2. – М.: ЦБНТИ. – 1989.

ГОСТ 4103-82 Изделия швейные. Методы контроля качества. - М.: Стандартиформ, 2011. - 23 с.

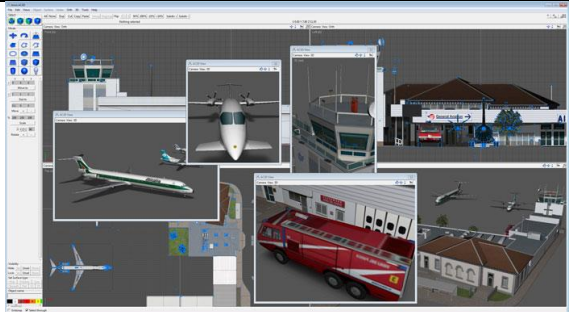
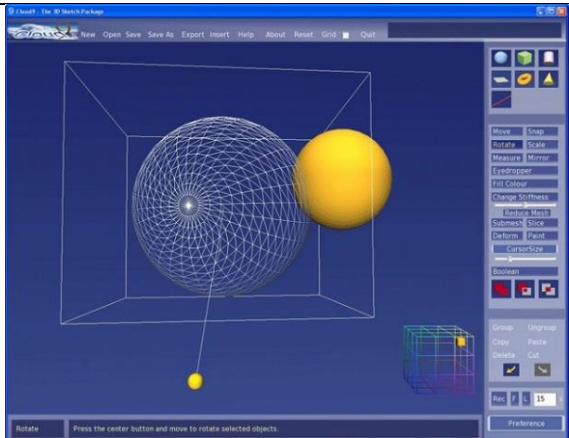


**ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

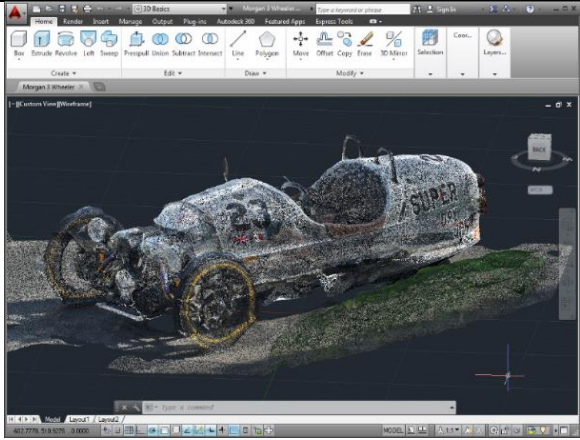
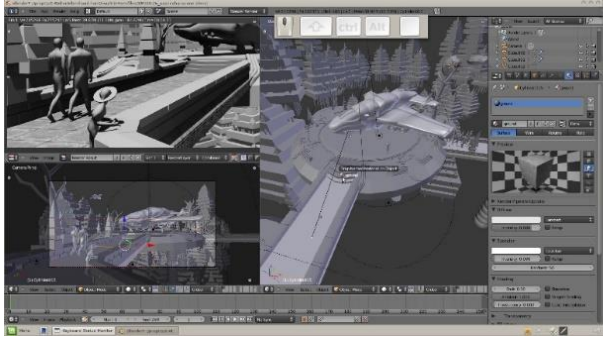
Таблица А1. Обзор программного обеспечения

№	Название программы, Назначение	Производитель, Страна, Ссылка на электронный ресурс	Внешний вид 3D модели в программе/ Создание и редактирование трехмерной графики/ Печать 3D моделей	Работа с операционными системами	Форматы экспорта
1	2	3	4	5	6
1.	3DS MAX	Autodesk США <a href="http://www.autodesk.com/">http://www.autodesk.com/</a>		Windows Mac OS	FBX, DAE 3DS, PRJ, SHP, AI, DWG, DXF, FLT, HTR, TRC, IGE, IGS, IGES, LS, VW, LP, STL, MTL, OBJ, WRL, WRZ, XML
2.	3DTin Бесплатное онлайн-приложение	3DTin Канада <a href="http://www.3dtin.com/">http://www.3dtin.com/</a>		Любая; Браузеры: Google Chrome или Firefox (с поддержкой WebGL)	STL, OBJ, DAE,

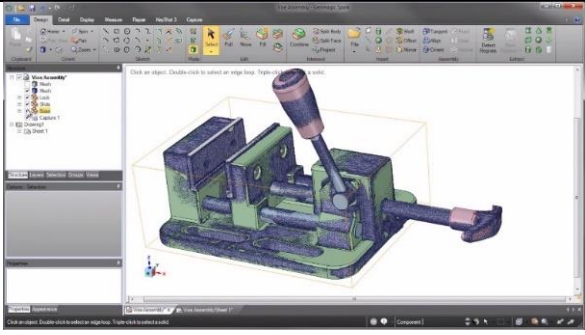
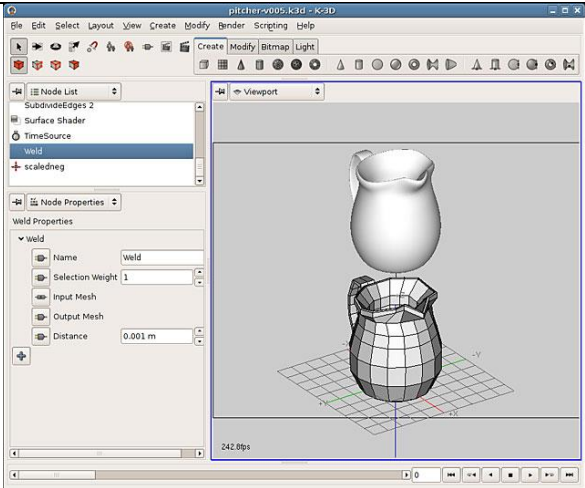
Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
3.	AC3D	Inivis США <a href="http://www.inivis.com/">http://www.inivis.com/</a>		Windows Linux Mac OS	3DS, OBJ, Collada
4.	Anarkik3D	Anarkik3D Великобритания <a href="http://www.anarkik3d.co.uk/">http://www.anarkik3d.co.uk/</a>			STL, 3DS, OBJ

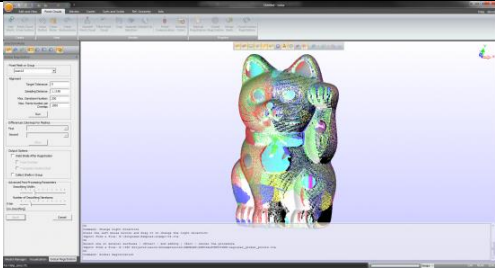
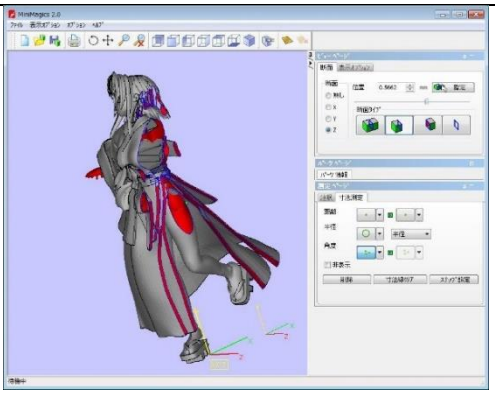
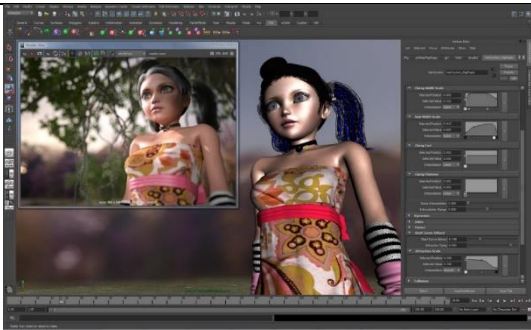
Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
5.	AutoCAD	Autodesk США <a href="http://www.autodesk.com/">http://www.autodesk.com/</a>		Windows, OS X, iOS, Android	DWG, DXF, DWF, 3DS, DGN, SAT и др.
6.	Blender Бесплатная Открытый исходный код	Blender Foundation Нидерланды <a href="http://www.blender.org/">http://www.blender.org/</a>		Linux, Windows, OS X, Solaris, BSD	BLEND, OBJ, DXF, STL, 3DS и др.


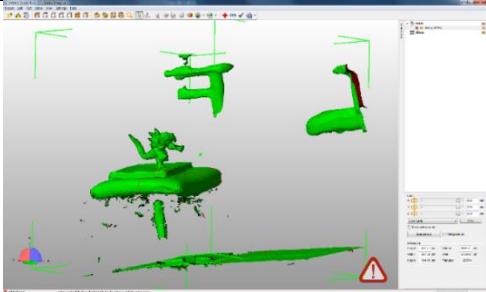
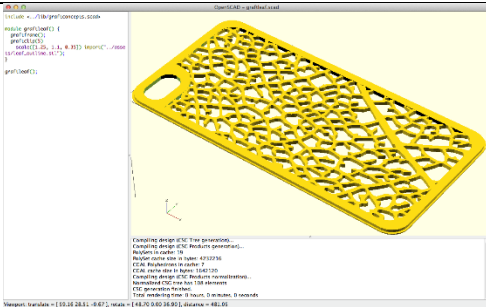
Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
7.	Geomagic  Бесплатная  Открытый исходный код	3D Systems  США  <a href="http://www.3dsystems.com/">http://www.3dsystems.com/</a>		Windows	STL, OBJ, VRML, DXF, PLY, 3DS
8.	К-3D  Бесплатная  Открытый исходный код	К-3D  США  <a href="http://www.k-3d.org/">http://www.k-3d.org/</a>		Linux , Windows, Mac OS X, FreeBSD	OBJ, GTS, RAW, JPEG, PNG, TIFF, BMP

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
9.	Leios	EGSolutions Италия <a href="http://www.egsolutions.com/it/">http://www.egsolutions.com/it/</a>			
10.	Magics MiniMagics – бесплатная программа с открытым исходным кодом	Materialise Бельгия <a href="http://software.materialise.com/">http://software.materialise.com/</a>		Windows, Intel, RAM	STL, AMF
11.	Maya Для создания 3D анимированных моделей	Autodesk США <a href="http://www.autodesk.com/">http://www.autodesk.com/</a>		Mac OS X, Windows, Linux	MA





Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
11.	<p>MeshLab</p> <p>Бесплатная</p> <p>Открытый исходный код</p>	<p>MeshLab</p> <p><a href="http://meshlab.sourceforge.net/">http://meshlab.sourceforge.net/</a></p>		<p>Windows, Linux, Mac OS X</p>	<p>PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, VRML 2.0, U3D, X3D, COLLADA</p>
12.	<p>netfabb</p>	<p>Netfabb</p> <p>Германия</p> <p><a href="http://www.netfabb.com/">http://www.netfabb.com/</a></p>		<p>Windows, Linux, Mac OS X</p>	<p>STL</p>
13.	<p>OpenSCAD</p> <p>Бесплатное программное обеспечение</p>	<p>OpenSCAD</p> <p>США</p> <p><a href="http://www.openscad.org/">http://www.openscad.org/</a></p>		<p>Windows, Linux, Mac OS X</p>	<p>DXF, STL, OFF</p>





**ОЦЕНКА СКАНИРОВАННЫХ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ**







Таблица Б1. Оценка сканированных трехмерных моделей

Расстояние от сканера до объекта	Трехмерная модель		Количество вершин и полигонов	Объем файла (МБ)	Длина трехмерной модели (см)	Замкнутость контура трехмерной модели	Сглаженность поверхности	Шумы (наличие несуществующих вершин и полигонов)
1	2		3	4	5	6	7	8
40 см	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид сбоку</p> 	<p>Вид сзади</p>  <p>Вид сбоку</p> 	<p>224 327 вершин 440 331 полигонов</p>	13,1 МБ	43,5 см	Не замкнут	Сглаженная	Есть (более 1000 вершин)





Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	1
50 см	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид сбоку</p> 	<p>Вид сзади</p>  <p>Вид сбоку</p> 	<p>317 435 вершин 627 889 полигон</p>	18,6 МБ	55,5 см	Замкнут	Средне сглаженная (три вогнутости на поверхност и трехмерно й модели)	Есть (менее 1000 вершин)





Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
60 см	<p data-bbox="309 316 488 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="309 807 454 839">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="631 316 777 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="631 807 777 839">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="949 316 1099 456">593 559 вершин 1 176 435 полигонов</p>	<p data-bbox="1155 316 1279 347">34,9 МБ</p>	<p data-bbox="1323 316 1447 347">62,0 см</p>	<p data-bbox="1476 316 1599 347">Замкнут</p>	<p data-bbox="1700 316 1845 384">Сглаженна я</p>	<p data-bbox="1890 316 2069 384">Есть (менее 500 вершин)</p>





Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
70 см	<p data-bbox="304 317 465 347">Вид сверху</p>  <p data-bbox="304 847 450 877">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="624 317 770 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="624 810 770 841">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="945 320 1095 456">953 507 вершин 1 888 267 полигонов</p>	56,0 МБ	67,0 см	Замкнут	Сглаженна я	Есть (менее 100 вершин)

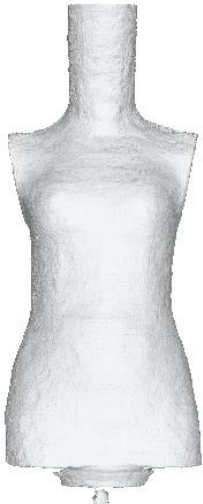



Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
80 см	<p data-bbox="304 316 483 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="304 866 450 898">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="624 316 770 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="624 866 770 898">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="945 316 1090 459">1 239 194 Вершин 2 455 444 полигонов</p>	72,8 МБ	77,0 см	Замкнут	Сглаженна я	Есть (менее 100 вершин)





Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
90 см	<p data-bbox="309 316 483 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="309 868 450 900">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="629 316 770 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="629 868 770 900">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="949 316 1095 453">1 291 740 вершин 2 560 091 полигонов</p>	75,9 МБ	87,5 см	Замкнут	Сглаженна я	Есть (менее 100 вершин)

Продолжение таблицы Б1

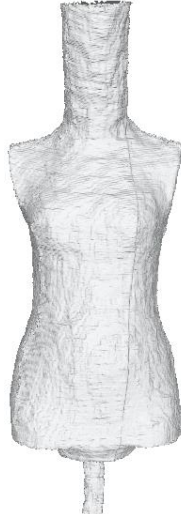



1	2	3	4	5	6	7	8	9
100 см	<p data-bbox="304 316 483 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="304 866 450 898">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="624 316 770 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="624 866 770 898">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="945 316 1095 453">1 348 421 вершин 2 671 112 полигонов</p>	79,3 МБ	95,2 см	Замкнут	Сглаженна я	Есть (менее 100 вершин)

Продолжение таблицы Б1

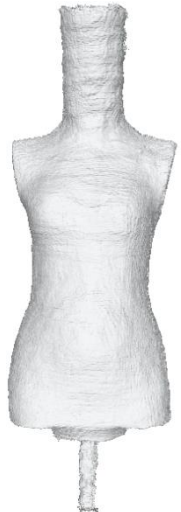



1	2	3	4	5	6	7	8	9
110 см	<p data-bbox="304 316 483 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="304 874 450 906">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="624 316 770 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="624 874 770 906">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="945 316 1090 454">1 353 462 вершин 2 680 936 полигонов</p>	79,6 МБ	98,5 см	Замкнут	<p data-bbox="1700 316 1861 639">Средне сглаженная (одна вогнутость на поверхност и трехмерно й модели)</p>	<p data-bbox="1888 316 2056 419">Есть (менее 1000 вершин)</p>



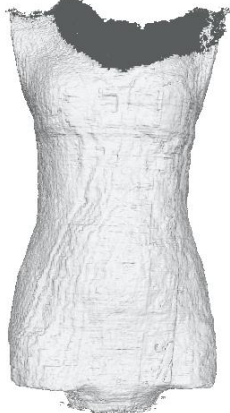

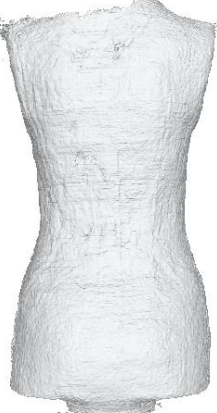
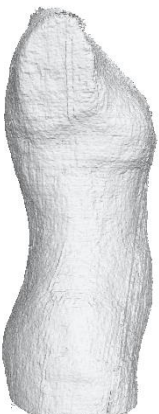
Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
120 см	<p data-bbox="304 316 483 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="304 874 450 906">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="624 316 770 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="624 874 770 906">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="945 316 1095 456">1 067 794 вершин 2 122 981 полигонов</p>	50,7 МБ	104,0 см	Замкнут	<p data-bbox="1697 316 1865 643">Не сглаженная (видимые неровности на поверхност и трехмерно й модели)</p>	<p data-bbox="1888 316 2069 384">Есть (менее 1000вершин)</p>

Продолжение таблицы Б1


1	2	3	4	5	6	7	8	9
130 см	<p data-bbox="302 316 481 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="302 869 481 901">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="622 316 772 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="622 869 772 901">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="943 316 1099 459">1 065 898 вершин 2 117 354 полигонов</p>	<p data-bbox="1151 316 1296 347">50,7 МБ</p>	<p data-bbox="1319 316 1442 347">107,1 см</p>	<p data-bbox="1469 316 1675 387">Не замкнут в верхней части</p>	<p data-bbox="1697 316 1865 643">Не сглаженная (видимые неровности на поверхност и трехмерно й модели)</p>	<p data-bbox="1888 316 2069 419">Есть (менее 1000 вершин)</p>

Продолжение таблицы Б1

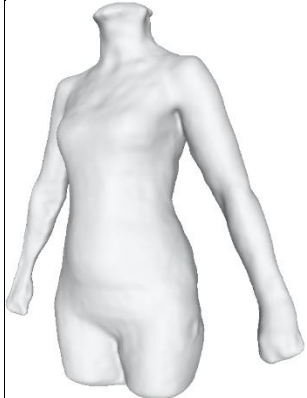
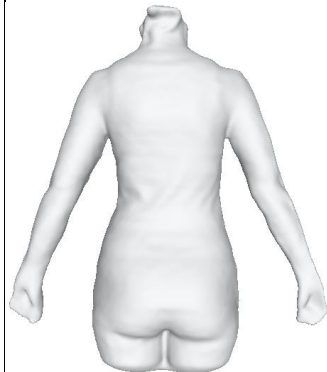
1	2	3	4	5	6	7	8	9
140 см	<p data-bbox="309 316 481 347">Вид спереди</p>  <p data-bbox="309 874 450 906">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="631 316 772 347">Вид сзади</p>  <p data-bbox="631 874 772 906">Вид сбоку</p> 	<p data-bbox="954 316 1095 454">776 136 вершин 1 531 430 полигонов</p>	36,7 МБ	82,5 см	Не замкнут в верхней части	Не сглаженная (видимые неровности на поверхност и трехмерно й модели)	Есть (менее 1000 вершин)

**ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ ПРИ  
ОТВЕДЕНИИ РУК НА ЗАДАННЫЙ ГРАДУС**

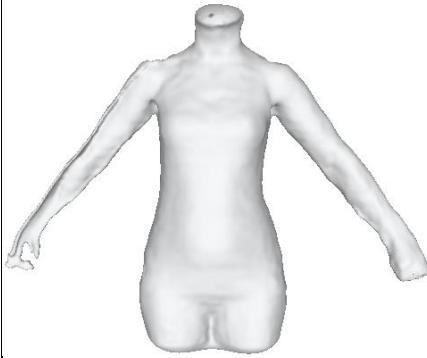
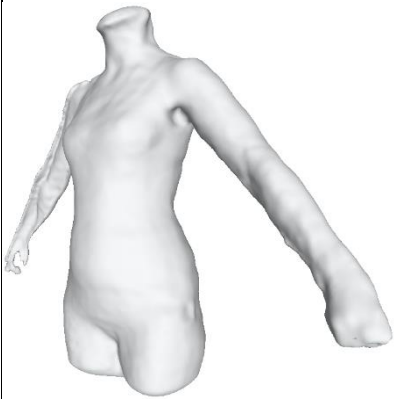
Таблица В1. Значения измерений размерных признаков при отведении рук на заданный градус

Угол отведения рук	Трехмерные модели	Размерные признаки													
		T5	T98	T4	T10	T6	T11	T87	T35 a	T36 a	T40	T43	T45	T46	T47
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Естественное положение		52,8	55,4	58,8	60,6	38,1	43,0	42,2	25,6	43,7	41,4	42,1	34,5	15,4	33,2
15 градусов	Вид спереди 	52,9	55,4	58,8	60,6	38,1	43,0	42,2	25,6	43,7	41,4	42,1	34,6	15,4	33,2


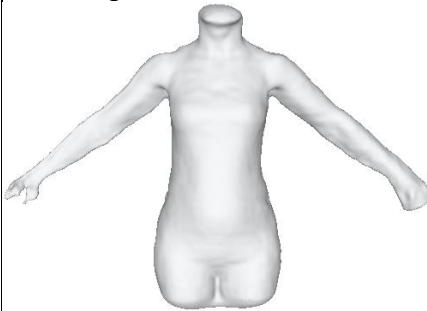
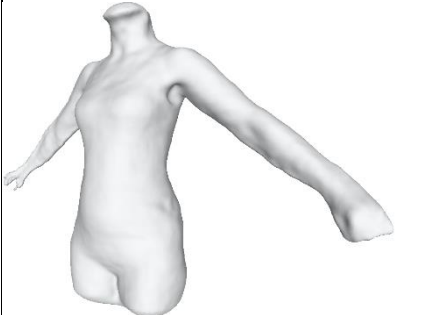
Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<p data-bbox="277 316 389 347">Вид 3/4</p>  <p data-bbox="277 753 421 785">Вид сзади</p> 														

Продолжение таблицы В1

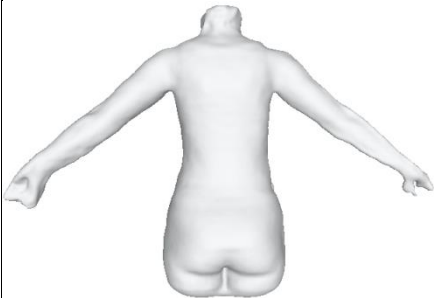

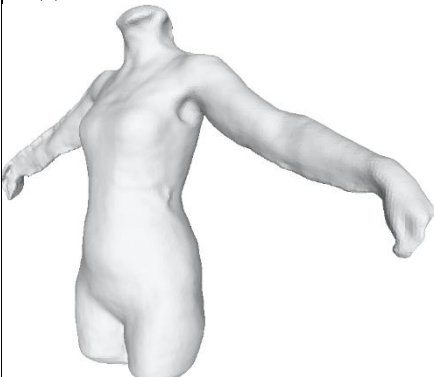
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30 градус ов	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид 3/4</p> 	52,9	55,4	58,8	60,6	38,1	43,1	42,3	25,6	43,6	41,3	42,0	34,7	15,6	33,3

Продолжение таблицы В1


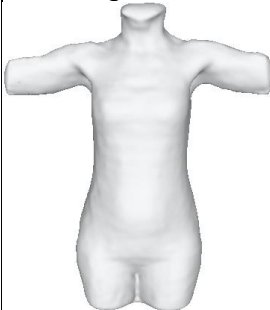

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<p>Вид сзади</p> 														
45 градус ов	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид 3/4</p> 	53,2	55,4	59,0	60,6	38,2	43,2	42,5	25,5	43,5	41,2	42,0	34,9	15,8	33,6



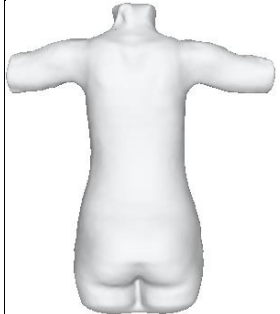
Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<p>Вид сзади</p> 														
60 градус ов	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид 3/4</p> 	53,4	55,5	59,2	60,6	38,4	43,4	42,7	25,4	43,3	41,1	41,9	35,1	15,9	33,7

Продолжение таблицы В1

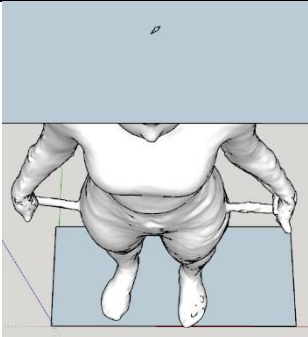
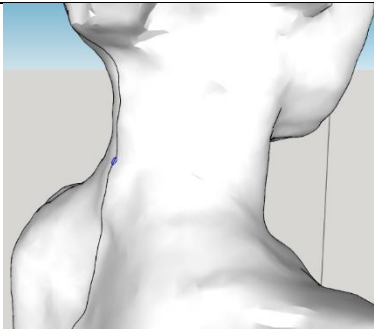
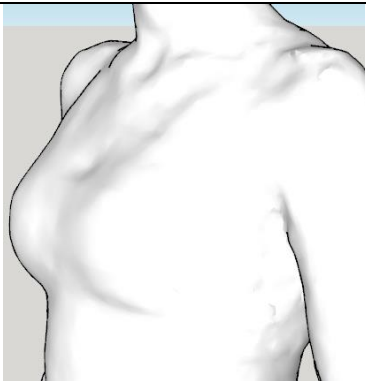
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<p>Вид сзади</p> 														
90 градус ов	<p>Вид спереди</p>  <p>Вид 3/4</p> 	53,6	55,5	59,4	60,6	38,6	43,7	42,9	25,2	43,2	41,0	41,8	35,4	16,1	33,8

Продолжение таблицы В1

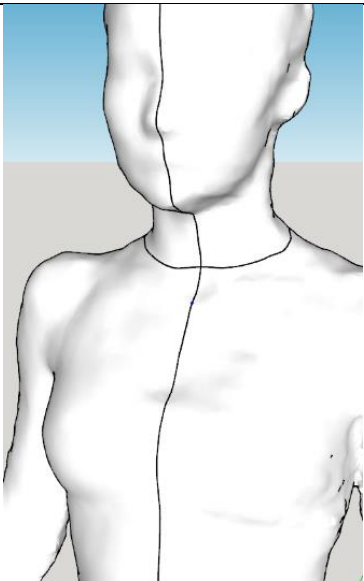
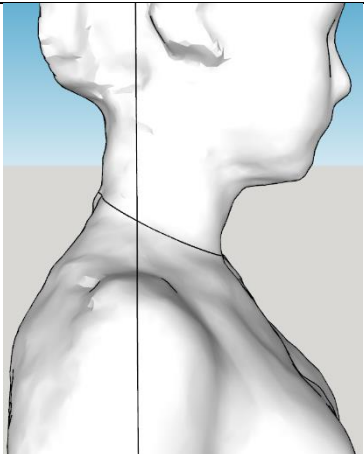
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Вид сзади 														

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК В  
ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

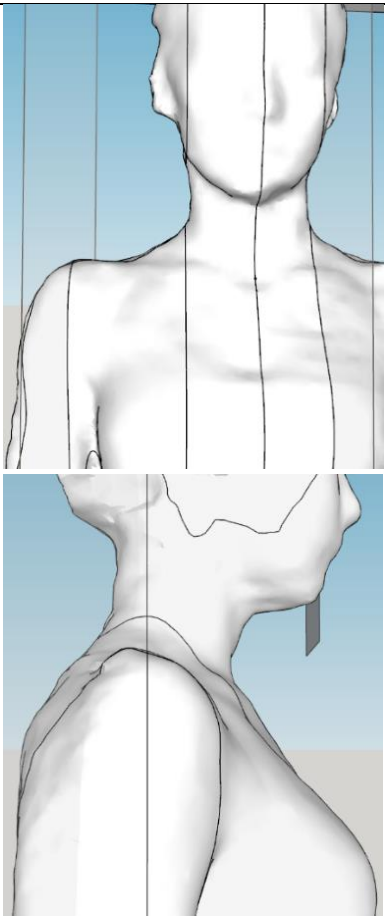
Таблица Г1. Методика определения антропометрических точек в виртуальной среде

Обозначение антропометрической точки	Название антропометрической точки	Определение антропометрической точки в виртуальной среде	Изображение
1	2	3	4
а	верхушечная	Расположить трехмерную модель в положении «вид спереди», создать вспомогательную горизонтальную плоскость и установить ее на высшей точке темени головы. Расположить трехмерную модель в положении «вид сверху» и промаркировать антропометрическую точку.	
б	точка основания шеи сзади	Расположить трехмерную модель в положении «вид сбоку». Выпуклая часть в области шеи на позвоночнике определяют, как вершину остистого отростка седьмого шейного позвонка. Точку основания шеи сзади располагают над выпуклой частью (шейная точка) на позвоночнике.	
д	верхнегрудинная	Трехмерную модель поворачивают вокруг своей оси слева направо и определяют яремную вырезку. В центре яремной вырезки расположена верхнегрудинная точка.	

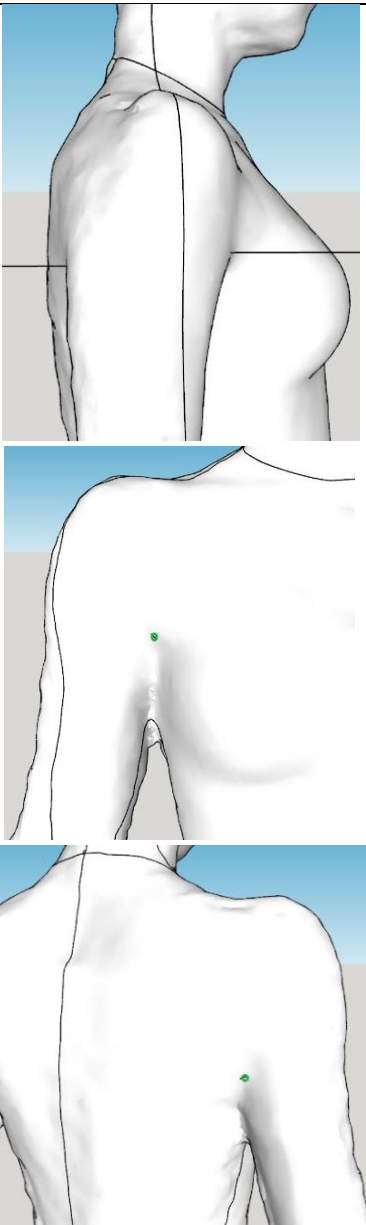
Продолжение таблицы Г1

1	2	3	4
ц	точка основания шеи спереди	<p>Для дальнейшего определения антропометрических точек в области основания шеи производят построение наклонного среза при измерении обхвата шеи. Вспомогательную горизонтальную плоскость устанавливают в точке основания шеи сзади и поворачивают относительно этой точки вокруг оси, параллельной оси ОХ до пересечения с верхним краем яремной вырезки. Затем строят сагитальную плоскость ОУZ через верхнегрудинную точку так, чтобы плоскость делила фигуру человека пополам. Точка основания шеи спереди лежит выше верхнегрудинной на пересечении сагитальной плоскости и наклонного сечения, полученного при измерении обхвата шеи. Маркируют точку основания шеи спереди.</p>	
в	точка основания шеи сбоку	<p>Трехмерную модель разворачивают в положение «вид сбоку» и строят вспомогательную наклонную фронтальную плоскость, разделяющую плечевой скат пополам. На пересечении двух плоскостей лежит точка основания шеи сбоку.</p>	

Продолжение таблицы Г1

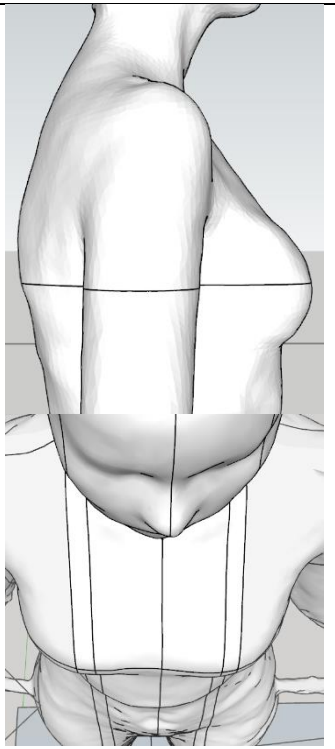
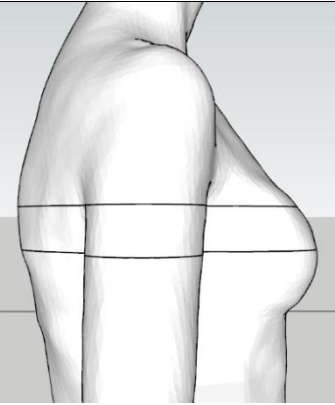
1	2	3	4
3	плечевая	<p>Трехмерную модель поворачивают в положение «вид спереди» и находят место перехода плечевого ската в плечо. В этом месте строят вспомогательную сагиттальную плоскость. Далее разворачивают трехмерную модель в положение «вид сбоку» и строят вертикальную плоскость, рассекающей область плечевого сустава пополам. На пересечении двух плоскостей в области плеча лежит плечевая точка.</p>	

Продолжение таблицы Г1

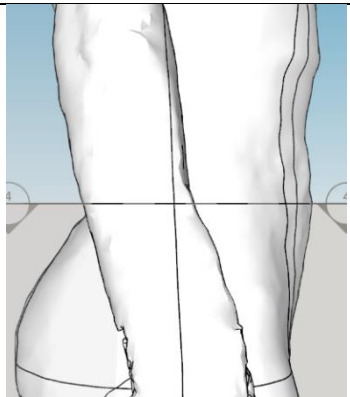
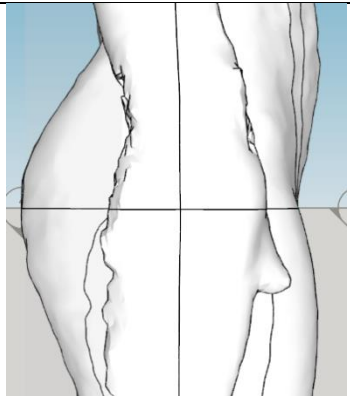
1	2	3	4
<p>н о</p>	<p>передний угол подмышечной впадины;  задний угол подмышечной впадины</p>	<p>При сканировании фигуры руки отведены от туловища и зафиксированы, что способствует определению заднего и переднего углов подмышечной впадины. Т.к. точки скрыты небольшой кожной складкой, которую для точного определения вершины угла необходимо расправить. Для их нахождения трехмерную модель поворачивают в положение «вид сбоку» и горизонтальными прямыми отмечают уровень заднего и переднего углов подмышечной впадины. Затем трехмерную модель поворачивают в положение «вид спереди», «вид сзади» и определяют точное расположение антропометрических точек.</p>	



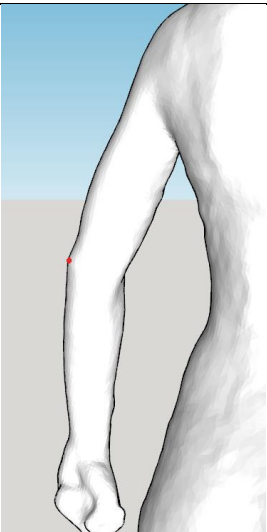
Продолжение таблицы Г1

1	2	3	4
к	сосковая	<p>Трехмерную модель разворачивают в положении модели «вид сбоку». Строят вспомогательное горизонтальное сечение через наиболее выступающую точку грудной железы. Располагают трехмерную модель в положение «вид спереди», начинают поворачивать относительно фронтальной оси вверх и вниз, определяя наиболее выступающую точку и маркируют сосковую точку на горизонтальном сечении.</p>	
х	лопаточная	<p>Трехмерную модель разворачивают в положении модели «вид сбоку». Строят вспомогательное горизонтальное сечение через наиболее выступающую точку лопаток. Располагают трехмерную модель в положение «вид сзади», начинают поворачивать относительно фронтальной оси вверх и вниз, определяя наиболее выступающую точку и маркируют лопаточную точку на горизонтальном сечении.</p>	

Продолжение таблицы Г1

1	2	3	4
ф	выступающая точка живота	<p>Трехмерную модель разворачивают в положении модели «вид сбоку». Строят вспомогательное горизонтальное сечение через наиболее выступающую точку живота. Располагают трехмерную модель в положение «вид спереди», начинают поворачивать относительно фронтальной оси вверх и вниз, определяя наиболее выступающую точку и маркируют выступающую точку живота на горизонтальном сечении.</p>	
п	ягодичная	<p>Трехмерную модель разворачивают в положении модели «вид сбоку». Строят вспомогательное горизонтальное сечение через наиболее выступающую точку ягодиц. Располагают трехмерную модель в положение «вид сзади», начинают поворачивать относительно фронтальной оси вверх и вниз, определяя наиболее выступающую точку и маркируют ягодичную точку на горизонтальном сечении.</p>	

Продолжение таблицы Г1

1	2	3	4
и	лучевая	<p>Центр вогнутой области с наружной стороны руки в месте лучевой кости.</p>	

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

### **ВЕЛИЧИНЫ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ ТИПОВЫХ ФИГУР**

Таблица Д1. Величины типовых фигур женщин 0-й полнотной группы, обхваты груди 84-124 см

		84- 82	88- 86	92- 90	96- 94	100- 98	104- 102	108- 106	112- 110	116- 114	120- 118	124- 122
Т <sub>7</sub>	152	94,3	94,4	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0			
	158	98,5	98,6	98,7	98,8	98,9	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,5
	164	102,7	102,8	102,9	103,0	103,1	103,2	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7
	170	106,9	107,0	107,1	107,2	107,3	107,4	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9
	176							111,7	111,8	111,9	112,0	112,1
Т <sub>лучевая</sub>	152	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6	94,8			
	158	97,5	97,7	97,9	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5
	164	101,6	101,8	102,0	102,2	102,4	102,6	102,8	103,0	103,2	103,4	103,6
	170	105,7	105,9	106,1	106,3	106,5	106,7	106,9	107,1	107,3	107,5	107,7
	176							111,0	111,2	111,4	111,6	111,8
Δ	152	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3				
	158	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
	164	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
	170	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	176							0,7	0,6	0,5	0,4	0,3

Таблица Д2. Величины типовых фигур женщин 1-й полнотной группы, обхваты груди 80-124 см

		80- 82	84- 86	88- 90	92- 94	96- 98	100- 102	104- 106	108- 110	112- 114	116- 118	120- 122	124- 126
Т <sub>7</sub>	152		94,4	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1	95,2	95,3	
	158	98,5	98,6	98,7	98,8	98,9	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,5	99,6
	164	102,7	102,8	102,9	103,0	103,1	103,2	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7	103,8
	170	106,9	107,0	107,1	107,2	107,3	107,4	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9	108,0
	176		111,2	111,3	111,4	111,5	111,6	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2
	182					115,7	115,8	115,9	116,0	116,1	116,2	116,3	116,4
Т <sub>луч</sub>	152		93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6	94,8	95,0	95,2	
	158	97,3	97,5	97,7	97,9	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5
	164	101,4	101,6	101,8	102,0	102,2	102,4	102,6	102,8	103,0	103,2	103,4	103,6
	170	105,5	105,7	105,9	106,1	106,3	106,5	106,7	106,9	107,1	107,3	107,5	107,7
	176		109,8	110,0	110,2	110,4	110,6	110,8	111,0	111,2	111,4	111,6	111,8
	182					114,5	114,7	114,9	115,1	115,3	115,5	115,7	115,9
Δ	152		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
	158	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
	164	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	170	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
	176		1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	182					1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Таблица Д3. Величины типовых фигур женщин 2-й полнотной группы, обхваты груди 80-124 см

		80- 86	84- 90	88- 94	92- 98	96- 102	100- 106	104- 110	108- 114	112- 118	116- 122	120- 126	124- 130
Т <sub>7</sub>	152	94,4	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1	95,2	95,3		
	158	98,6	98,7	98,8	98,9	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,5	99,6	99,7
	164	102,8	102,9	103,0	103,1	103,2	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7	103,8	103,9
	170	107,0	107,1	107,2	107,3	107,4	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9	108,0	108,1
	176	111,2	111,3	111,4	111,5	111,6	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2	112,3
	182			115,6	115,7	115,8	115,9	116,0	116,1	116,2	116,3	116,4	116,5
Т <sub>луч</sub>	152	93,2	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6	94,8	95,0		
	158	97,3	97,5	97,7	97,9	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5
	164	101,4	101,6	101,8	102,0	102,2	102,4	102,6	102,8	103,0	103,2	103,4	103,6
	170	105,5	105,7	105,9	106,1	106,3	106,5	106,7	106,9	107,1	107,3	107,5	107,7
	176	109,6	109,8	110,0	110,2	110,4	110,6	110,8	111,0	111,2	111,4	111,6	111,8
	182			114,1	114,3	114,5	114,7	114,9	115,1	115,3	115,5	115,7	115,9
Δ	152	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3		
	158	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	164	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
	170	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	176	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	182			1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Таблица Д4. Величины типовых фигур женщин 3-й полнотной группы, обхваты груди 80-124 см

		80- 90	84- 94	88- 98	92- 102	96- 106	100- 110	104- 114	108- 118	112- 122	116- 126	120- 130	124- 134
Т <sub>7</sub>	152	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1	95,2				
	158	98,7	98,8	98,9	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,5	99,6	99,7	99,8
	164	102,9	103,0	103,1	103,2	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7	103,8	103,9	104,0
	170	107,1	107,2	107,3	107,4	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9	108,0	108,1	108,2
	176	111,3	111,4	111,5	111,6	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2	112,3	112,4
	182			115,7	115,8	115,9	116,0	116,1	116,2	116,3	116,4	116,5	116,6
Т <sub>луч</sub>	152	93,2	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6				
	158	97,3	97,5	97,7	97,9	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5
	164	101,4	101,6	101,8	102,0	102,2	102,4	102,6	102,8	103,0	103,2	103,4	103,6
	170	105,5	105,7	105,9	106,1	106,3	106,5	106,7	106,9	107,1	107,3	107,5	107,7
	176	109,6	109,8	110,0	110,2	110,4	110,6	110,8	111,0	111,2	111,4	111,6	111,8
	182			114,1	114,3	114,5	114,7	114,9	115,1	115,3	115,5	115,7	115,9
Δ	152	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6				
	158	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
	164	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	170	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	176	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
	182			1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7



Таблица Д5. Величины типовых фигур женщин 4-й полнотной группы, обхваты груди 84-124 см

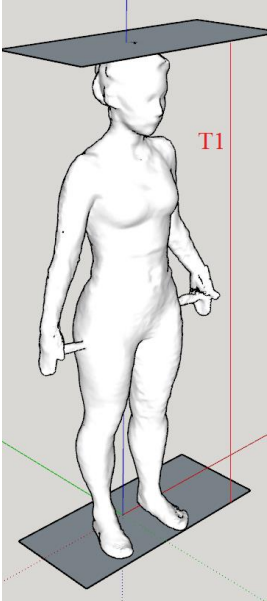
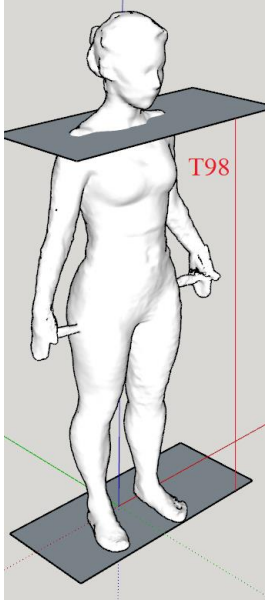
		84- 98	88- 102	92- 106	96- 110	100- 114	104- 118	108- 122	112- 126	116- 130	120- 134	124- 138
Т <sub>7</sub>	152	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1	95,2	95,3				
	158	98,9	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,5	99,6	99,7	99,8	99,9
	164	103,1	103,2	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7	103,8	103,9	104,0	104,1
	170	107,3	107,4	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9	108,0	108,1	108,2	108,3
	176	111,5	111,6	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2	112,3	112,4	112,5
	182		115,8	115,9	116,0	116,1	116,2	116,3	116,4	116,5	116,6	116,7
Т <sub>луч</sub>	152	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6				
	158	97,5	97,7	97,9	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5
	164	101,6	101,8	102,0	102,2	102,4	102,6	102,8	103,0	103,2	103,4	103,6
	170	105,7	105,9	106,1	106,3	106,5	106,7	106,9	107,1	107,3	107,5	107,7
	176	109,8	110,0	110,2	110,4	110,6	110,8	111,0	111,2	111,4	111,6	111,8
	182		114,1	114,3	114,5	114,7	114,9	115,1	115,3	115,5	115,7	115,9
Δ	152	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0	0	0	0
	158	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
	164	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	170	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
	176	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7
	182	0	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8

Таблица Дб. Величины типовых фигур женщин 5-й полнотной группы, обхваты груди 88-124 см

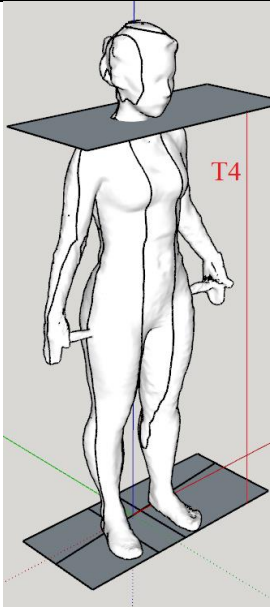
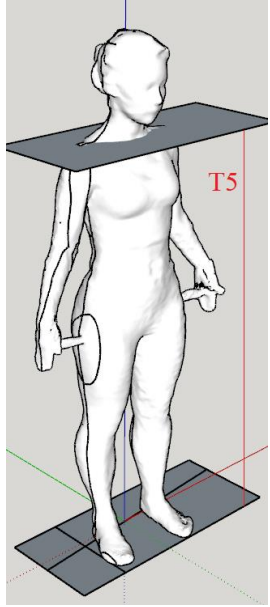
		88- 106	92- 110	96- 114	100- 118	104- 122	108- 126	112- 130	116- 134	120- 138	124- 142
Т <sub>7</sub>	158			99,3	99,4	99,5	99,6	99,7	99,8	99,9	100,0
	164	103,3	103,4	103,5	103,6	103,7	103,8	103,9	104,0	104,1	104,2
	170	107,5	107,6	107,7	107,8	107,9	108,0	108,1	108,2		
	176	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2	112,3			
Т <sub>луч</sub>	158			98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5
	164	101,8	102,0	102,2	102,4	102,6	102,8	103,0	103,2	103,4	103,6
	170	105,9	106,1	106,3	106,5	106,7	106,9	107,1	107,3		
	176	110,0	110,2	110,4	110,6	110,8	111,0	111,2			
Δ	158	0	0	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	164	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
	170	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0	0
	176	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0	0	0

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ ФИГУРЫ  
ЧЕЛОВЕКА В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

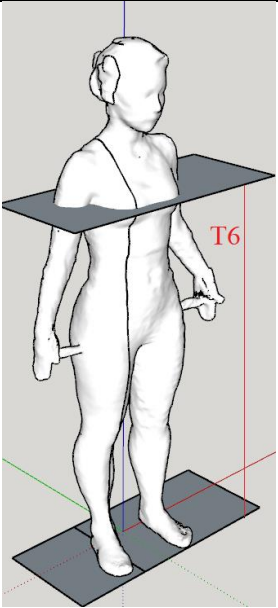
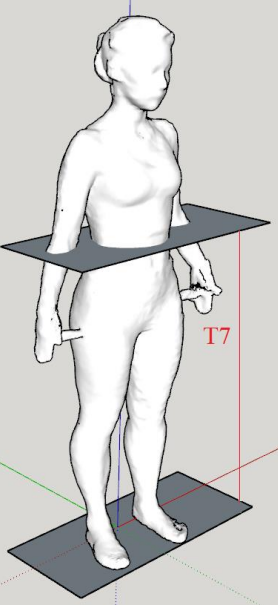
Таблица Е1. Определение размерных признаков фигуры человека в виртуальной среде

Номер размерного признака	Условное обозначение	Наименование размерных признаков	Определение размерных признаков в виртуальной среде (использование программ 3D моделирования Meshlab, SketchUp)	Рисунок
1	2	3	4	5
1	Р	Высота верхушечной точки	Строят две горизонтальные плоскости. На первую плоскость устанавливают на уровне верхушечной точки. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне пола. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
98	В <sub>тос</sub>	Высота точки основания шеи спереди	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне точки основания шеи спереди. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	

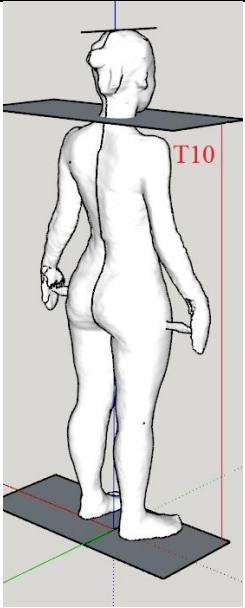
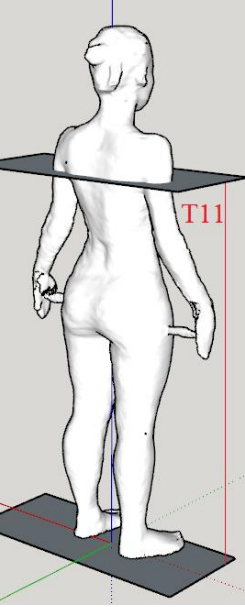
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
4	В <sub>т.о.ш.</sub>	Высота точки основания шеи сбоку	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне коленной точки. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне точки основания шеи сбоку. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
5	В <sub>п.т.</sub>	Высота плечевой точки	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне плечевой точки. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	

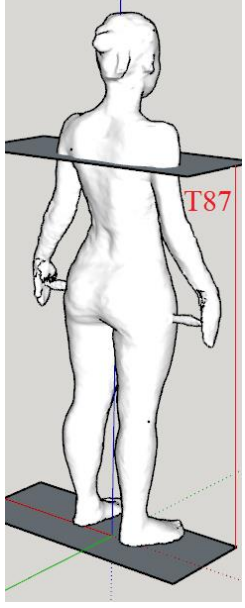
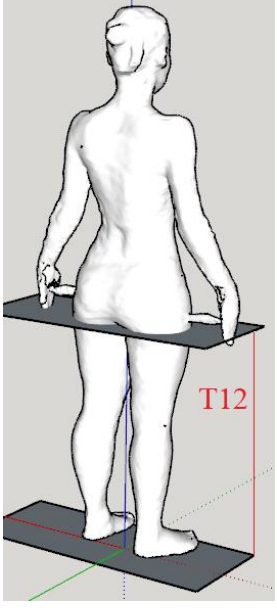
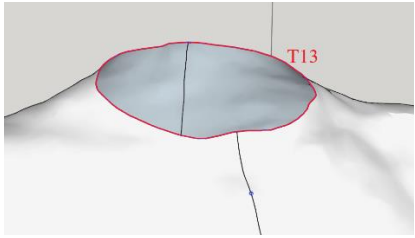
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
6		Высота сосковой точки	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне сосковой точки. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
7		Высота линии талии	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне линии талии. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	

Продолжение таблицы Е1

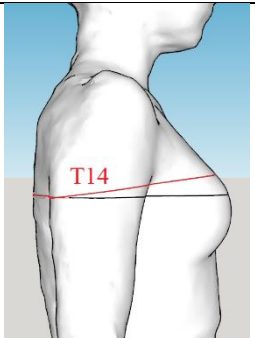
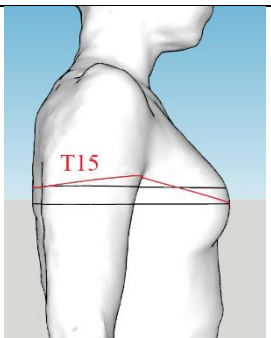
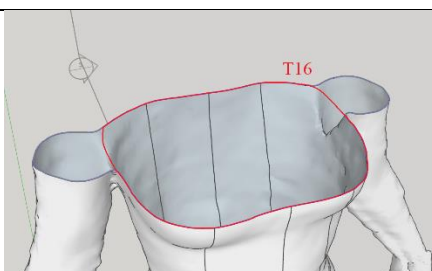
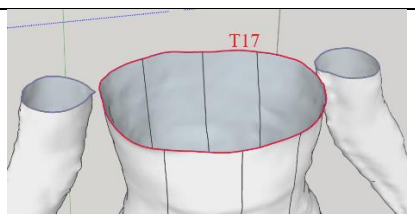
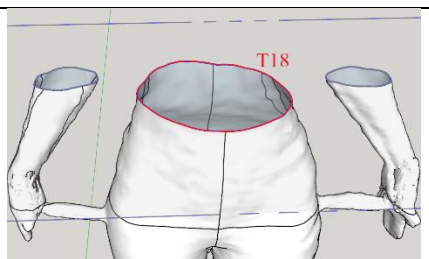
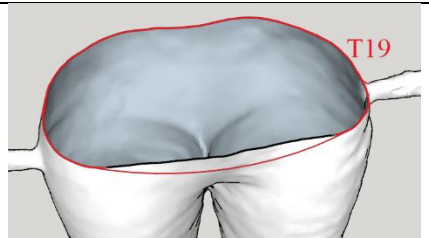
1	2	3	4	5
10		Высота точки основания шеи сзади	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне точки основания шеи сзади. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
11		Высота заднего угла подмышечной впадины	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне заднего угла подмышечной впадины. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	

Продолжение таблицы Е1

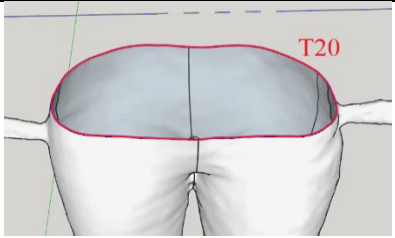
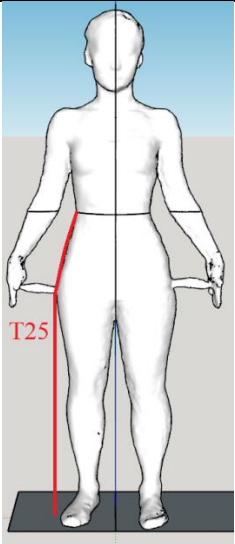
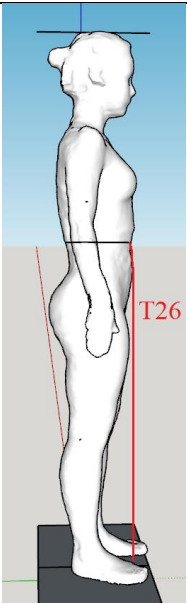
1	2	3	4	5
87		Высота лопаточной точки	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне лопаточной точки. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
12		Высота подъягодичной складки	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне подъягодичной складки. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
13		Обхват шеи	Делают наклонный срез в области основания шеи. Плоскость строят через точку основания шеи сзади, сбоку и спереди плоскость проходит через основание шеи и ее располагают над яремной вырезкой. Измеряют обхват шеи инструментом сантиметр. Далее определяют расположение точки основания шеи спереди и точки основания шеи сзади (см.выше).	



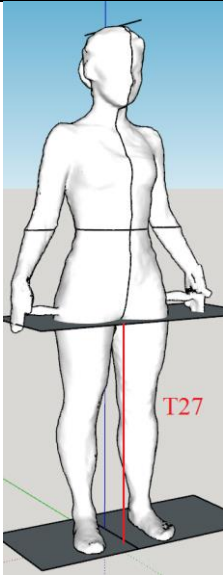
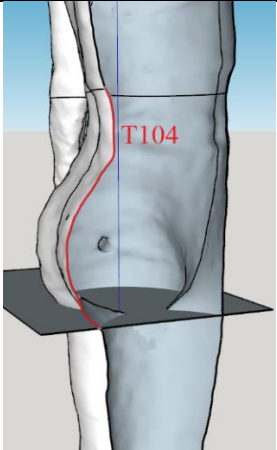
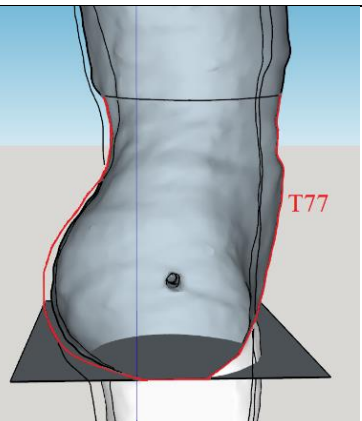
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
14		Обхват груди первый	Лопаточная точка, задний угол подмышечной впадины, передние углы подмышечной впадины,	
15		Обхват груди второй	Лопаточная точка, задний угол подмышечной впадины, сосковые точки	
16		Обхват груди третий	Строят горизонтальную плоскость на уровне сосковых точек. Делают срез и измеряют величину.	
17		Обхват груди четвертый	Строят горизонтальную плоскость под основанием грудных желез. Делают срез и измеряют величину.	
18		Обхват талии	Строят горизонтальную плоскость на уровне линии талии. Делают срез и измеряют величину.	
19		Обхват бедер с учетом выступа живота	Строят две горизонтальные плоскости. Первую на уровне наиболее выступающей точки живота, вторую на уровне ягодичной точки. Делают срезы. Затем вертикально переносят первый срез на	

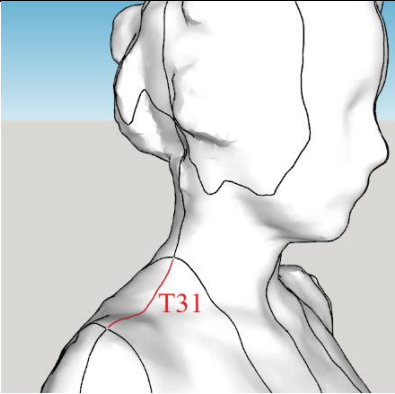
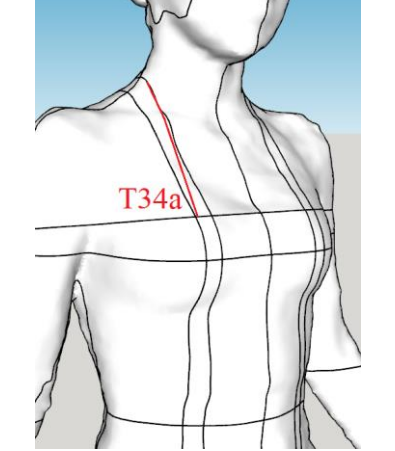
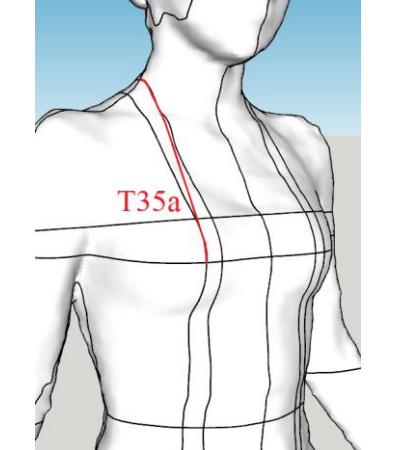
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
			уровень ягодичной точки и измеряют величину с учетом выступающего живота.	
20		Обхват бедер без учета выступающего живота	Строят горизонтальную плоскость на уровне ягодичной точки. Делают срез и измеряют величину.	
25		Расстояние от линии талии до пола сбоку	Делают срез по боковой поверхности бедра, измеряют путь от линии талии по боковой поверхности бедра и далее строят вертикаль от наиболее выступающей боковой поверхности бедра до пола.	
26		Расстояние от линии талии до пола спереди	Делают срез через середину передней поверхности тела, измеряют путь от линии талии до наиболее выступающей точки живота и далее строят вертикаль от наиболее выступающей точки живота до пола.	

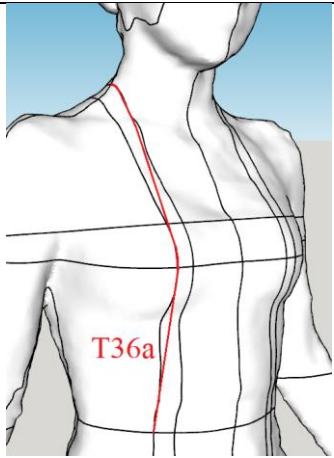
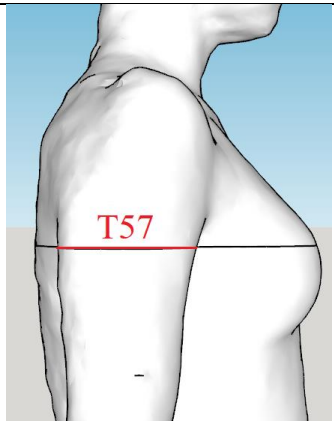
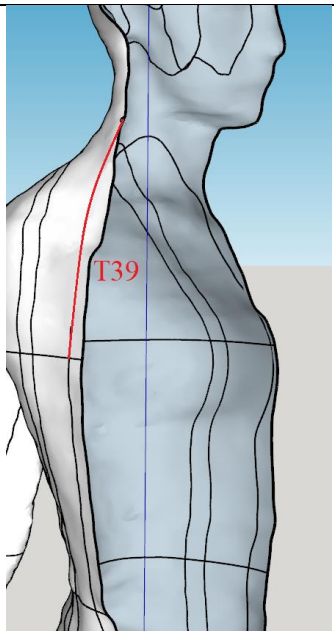
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
27		Длина ноги по внутренней поверхности	Строят две горизонтальные плоскости. Первую плоскость устанавливают на уровне пола. Вторую плоскость устанавливают параллельно первой на уровне промежности. Измеряют наименьшее расстояние между двумя плоскостями.	
104		Расстояние от линии талии до подъягодичной складки	Делают сагиттальный срез в ягодичной точке и измеряют путь по задней поверхности тела от линии талии до подъягодичной складки	
77		Дуга через паховую область	Строят две горизонтальные плоскости. Первую на уровне наиболее выступающей точки живота, вторую на уровне ягодичной точки. Делают срезы. Затем вертикально переносят первый срез на уровень ягодичной точки и измеряют путь с учетом выпячивания живота.	

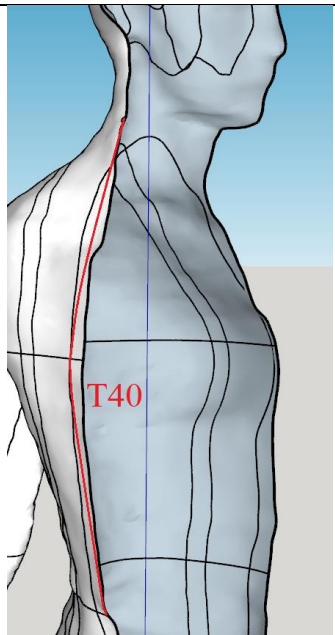
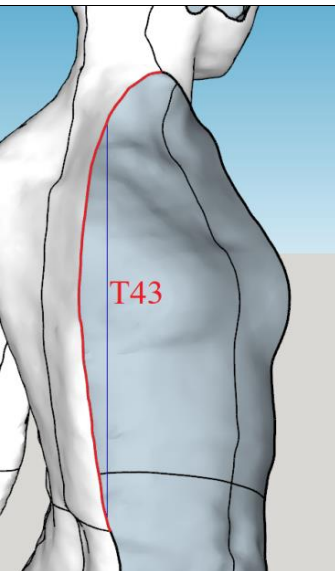
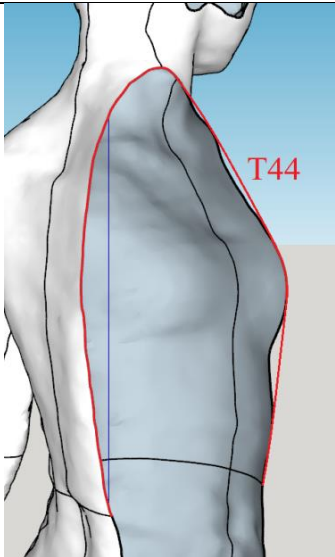
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
31		Длина плечевого ската	Строят фронтальную плоскость параллельно оси OZ и проходящую через точку основания шеи сбоку и плечевую точку. Измеряют путь между двумя точками по поверхности трехмерной модели.	
34a		Расстояние от точки основания шеи сбоку до линии обхвата груди первого спереди	Строят наклонную плоскость параллельную оси OY и проходящую через точку основания шеи сбоку и сосковую точку. Измеряют расстояние между точкой основания шеи сбоку и до пересечения с линией обхвата груди первого.	
35a		Расстояние от точки основания шеи сбоку до сосковой точки (высота груди)	Строят наклонную плоскость параллельную оси OY и проходящую через точку основания шеи сбоку и сосковую точку. Измеряют расстояние между этими точками по поверхности трехмерной модели.	

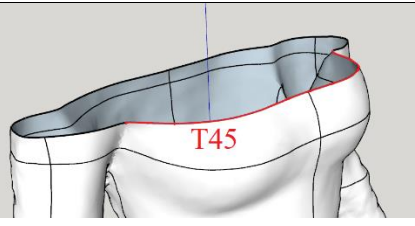
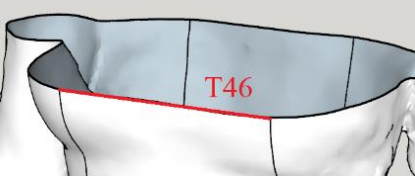
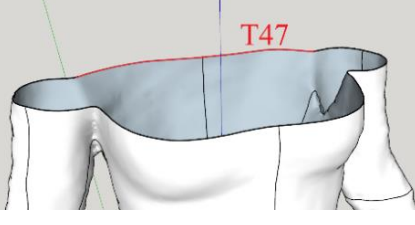
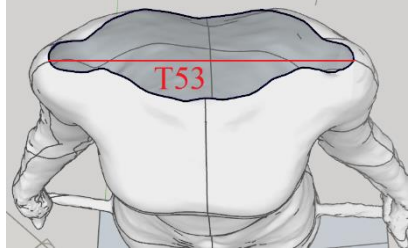
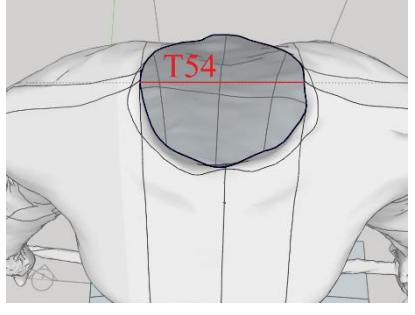
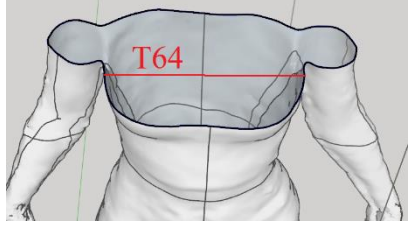
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
36а		<p>Расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии спереди (высота талии спереди)</p>	<p>Строят наклонную плоскость параллельную оси ОУ и проходящую через точку основания шеи сбоку и сосковую точку. Измеряют расстояние между точкой основания шеи сбоку через сосковую точку и до линии талии. Измерение от сосковой точки до линии талии производят в одной плоскости, параллельной центральной сагиттальной плоскости.</p>	
57	d <sub>п.з.р.</sub>	<p>Переднезадний диаметр руки</p>	<p>Делают горизонтальный срез на уровне заднего угла подмышечной впадины. Измеряют расстояние между боковыми поверхностями руки в положении модели «вид сбоку».</p>	
39		<p>Расстояние от точки основания шеи сзади до уровня заднего угла подмышечной впадины</p>	<p>Делают центральный сагиттальный срез. На горизонтальном сечении на уровне задних углов подмышечных впадин строят касательную к выступающим точкам. На сагиттальном срезе измеряют расстояние от точки основания шеи сзади до уровня заднего угла подмышечной впадины с учетом касательной.</p>	

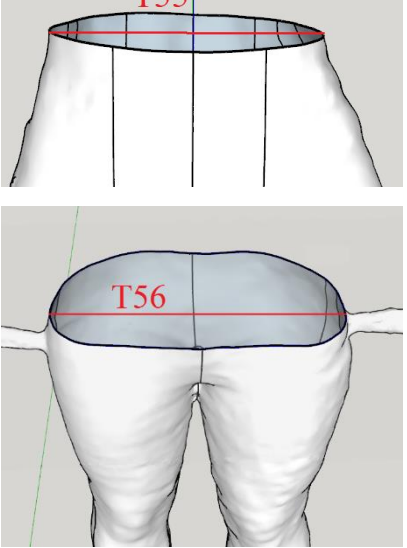
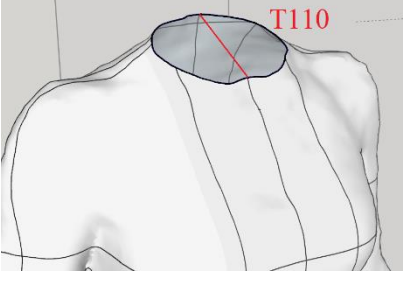
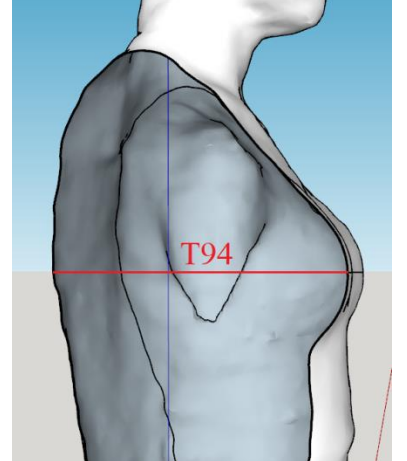
Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
40		Длина спина до талии с учетом выступа лопаток	Делают центральный сагиттальный срез. На горизонтальном сечении на уровне задних углов подмышечных впадин строят касательную к выступающим точкам. На сагиттальном срезе измеряют расстояние от точки основания шеи сзади до линии талии с учетом касательной.	
43	Д <sub>т.с.1</sub>	Расстояние от линии талии до точки основания шеи сбоку	Делают сагиттальный срез через точку основания шеи сбоку. Измеряют путь от линии талии до точки основания шеи сбоку по поверхности трехмерной модели.	
44		Длина дуги верхней части туловища через точку основания шеи сбоку	Делают сагиттальный срез через точку основания шеи сбоку. Измеряют путь от линии талии сзади через точку основания шеи сбоку и сосковую точку до линии талии спереди по поверхности трехмерной модели.	

Продолжение таблицы Е1

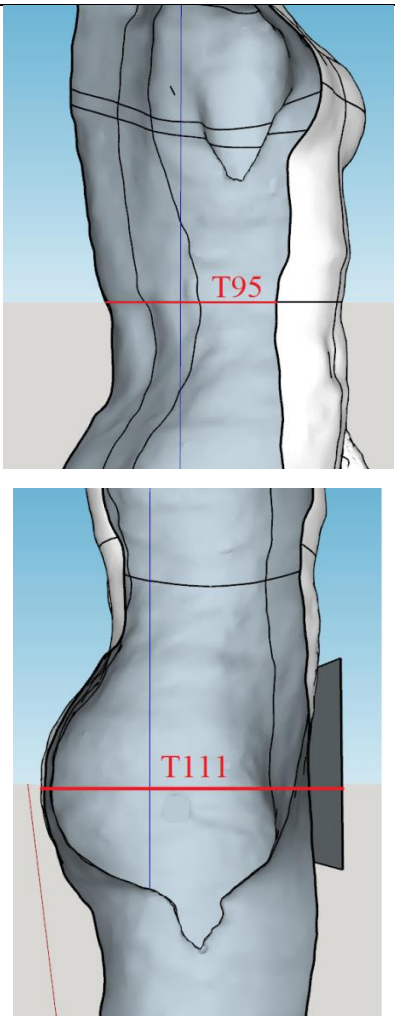
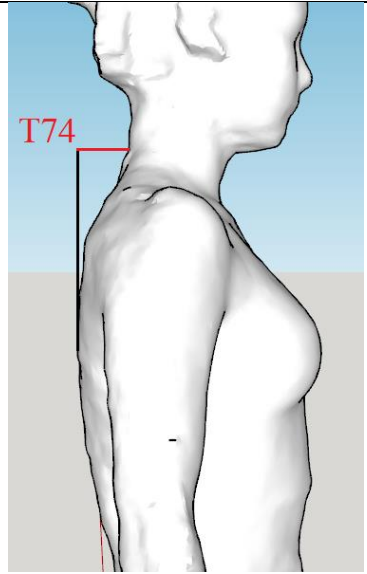
1	2	3	4	5
45		Ширина груди	Делают наклонный срез, как при измерении обхвата груди первого. Измеряют путь между передними углами подмышечных впадин по поверхности трехмерной модели.	
46		Расстояние между сосковыми точками	Делают горизонтальный срез на уровне сосковых точек. Измеряют кратчайшее расстояние между двумя сосковыми точками.	
47	Шс	Ширина спины	Делают горизонтальный срез на уровне задних углов подмышечных впадин. Измеряют путь между этими точками по поверхности трехмерной модели.	
53		Плечевой диаметр	Делают горизонтальный срез на уровне плечевых точек и инструментом «сантиметр» измеряют расстояние между этими точками.	
54		Поперечный диаметр шеи	Делают горизонтальный срез на уровне точек основания шеи сбоку и инструментом «сантиметр» измеряют расстояние между этими точками.	
64		Поперечный диаметр груди	Делают горизонтальный срез на уровне сосковых точек и инструментом «сантиметр» измеряют максимальное расстояние между боковыми поверхностями на передней поверхности туловища, параллельно фронтальной плоскости.	
55		Поперечный диаметр талии	Делают горизонтальный срез на уровне линии талии и инструментом «сантиметр» измеряют максимальное расстояние между боковыми поверхностями туловища,	

Продолжение таблицы Е1

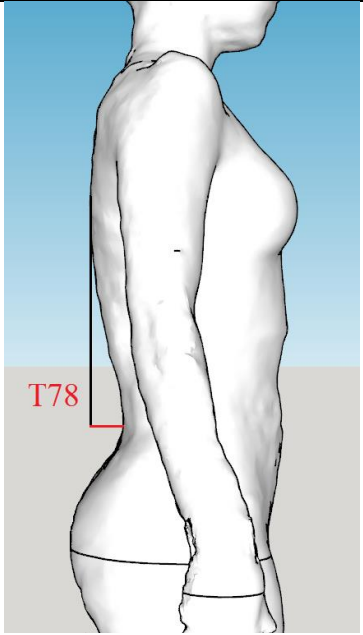
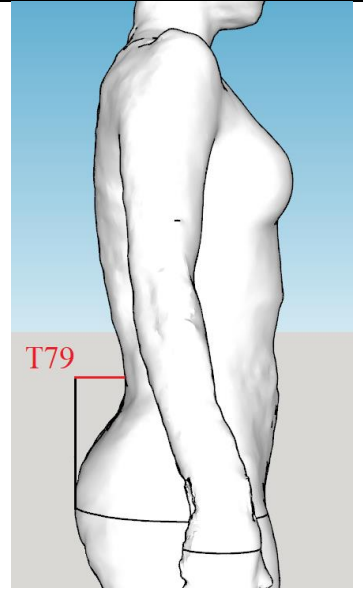
1	2	3	4	5
			параллельно фронтальной плоскости.	
56		Поперечный диаметр бедер	Делают горизонтальный срез на уровне линии бедер и инструментом «сантиметр» измеряют максимальное расстояние между боковыми поверхностями туловища, параллельно фронтальной плоскости.	
110		Переднезадний диаметр шеи	Делают наклонный срез между точкой основания шеи сзади и точкой основания шеи спереди и инструментом «сантиметр» измеряют расстояние между этими точками. Наклонный срез строят через прямую, проведенную через точку основания шеи сзади и параллельную оси ОХ и точку основания шеи спереди.	
94		Переднезадний диаметр обхвата груди третьего	Делают сагиттальный срез через сосковую точку и инструментом «сантиметр» горизонтально измеряют расстояние от сосковой точки до задней поверхности туловища.	
95		Переднезадний диаметр талии	Делают сагиттальный срез через продольные мышцы спины и инструментом «сантиметр» горизонтально на уровне линии талии измеряют расстояние от передней до задней поверхностей туловища.	
111		Переднезадний диаметр бедер	Делают сагиттальный срез через ягодичную точку и инструментом «сантиметр»	



Продолжение таблицы Е1





















1	2	3	4	5
			<p>измеряют горизонтально на уровне обхвата бедер с учетом выпуклания живота расстояние от вспомогательной плоскости до ягодичной точки.</p>	
74		<p>Положение корпуса</p>	<p>Измерение проводят в положении модели «вид сбоку». Строят вертикальную плоскость, касательную к лопаточным точкам. Измеряют длину перпендикуляра от точки основания шеи сзади до вертикальной плоскости.</p>	

Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5
78		Глубина талии первая	Измерение проводят в положении модели «вид сбоку». Строят вертикальную плоскость, касательную к лопаточным точкам. Измеряют длину перпендикуляра от продольных мышц спины на уровне линии талии до вертикальной плоскости.	
79		Глубина талии вторая	Измерение проводят в положении модели «вид сбоку». Строят вертикальную плоскость, касательную к ягодичным точкам. Измеряют длину перпендикуляра от продольных мышц спины на уровне линии талии до вертикальной плоскости.	

**ТРЕХМЕРНЫЕ МОДЕЛИ ЖЕНСКИХ ФИГУР**

Таблица Ж1. Трехмерные модели женских фигур.

				
Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
				
Модель 6	Модель 7	Модель 8	Модель 9	Модель 10
				
Модель 11	Модель 12	Модель 13	Модель 14	Модель 15
				
Модель 16	Модель 17	Модель 18	Модель 19	Модель 20

Продолжение таблицы Ж1





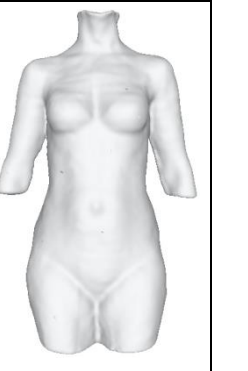


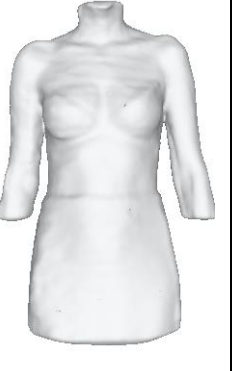

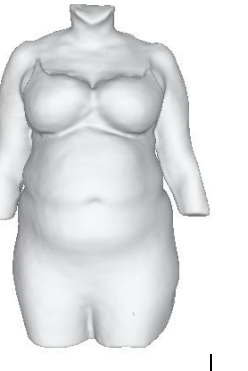





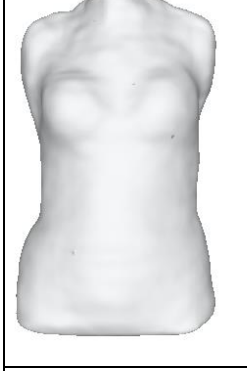


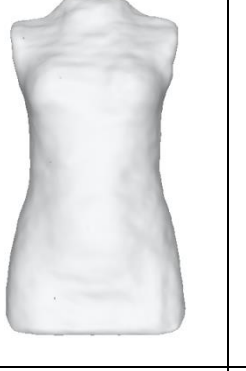
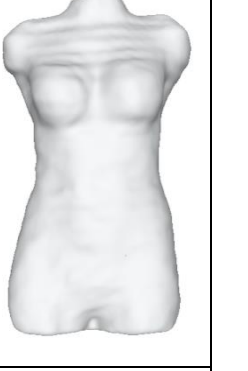
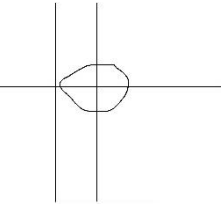
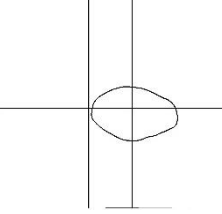
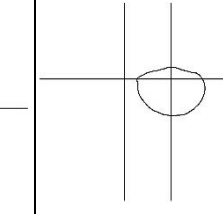
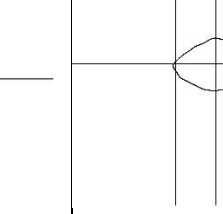
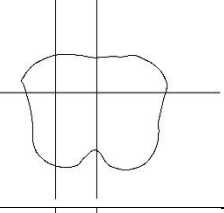
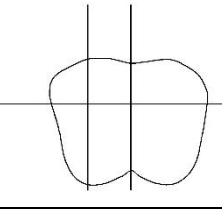
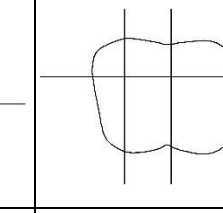
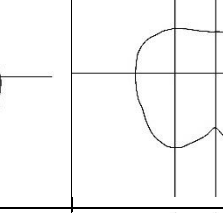
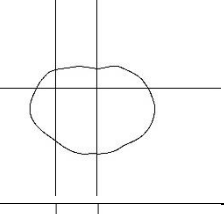
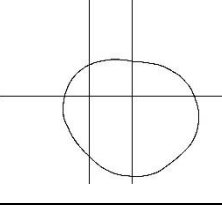
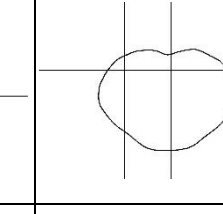
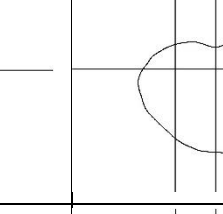
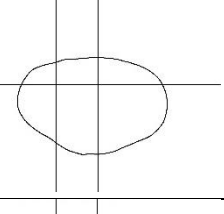
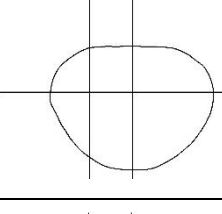
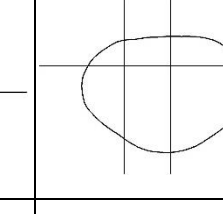
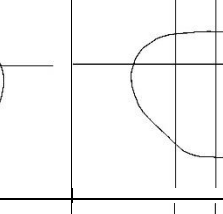
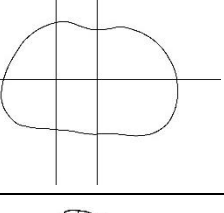
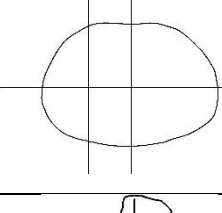
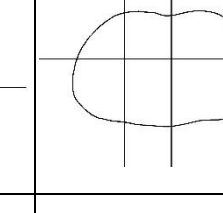
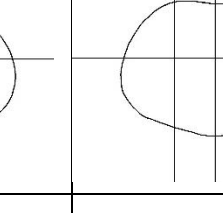
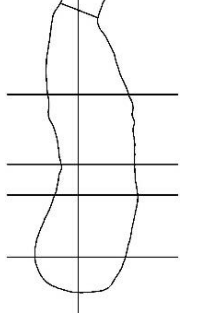
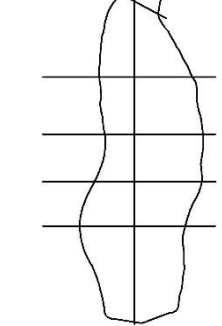
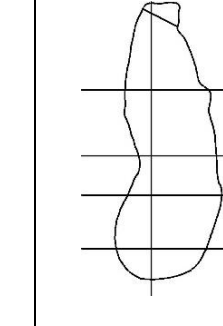
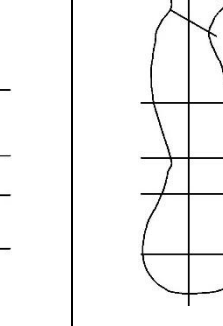
				
Модель 21	Модель 22	Модель 23	Модель 24	Модель 25
				
Модель 26	Модель 27	Модель 28	Модель 29	Модель 30
				
Модель 31	Модель 32	Модель 33	Модель 34	Модель 35
				
Модель 36	Модель 37	Модель 38	Модель 39	Модель 40

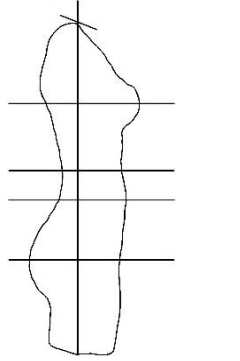
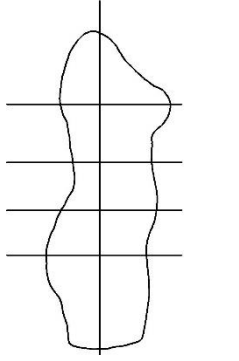
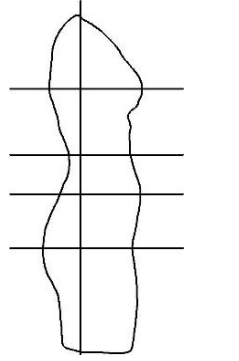
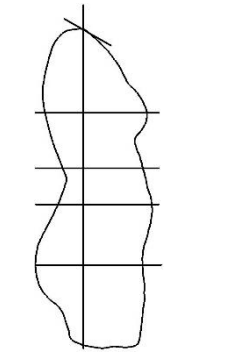
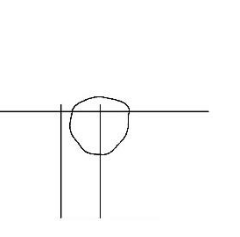
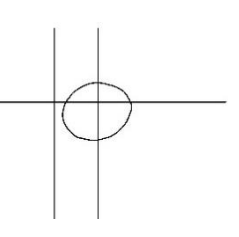
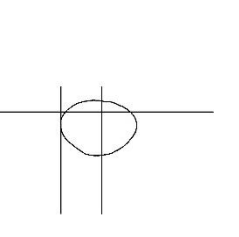
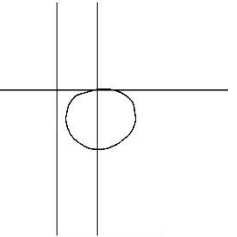
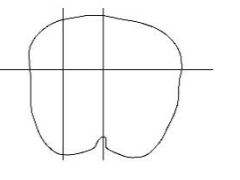
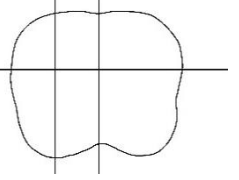
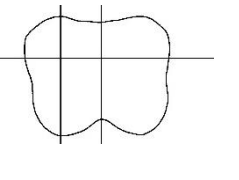
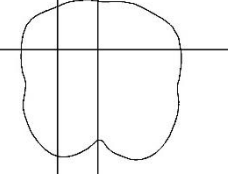
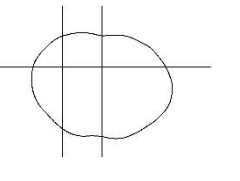
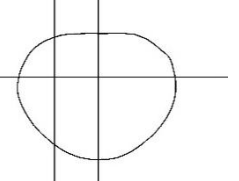
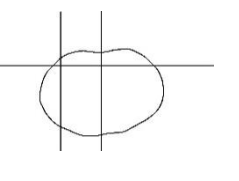
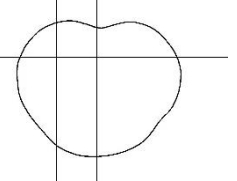
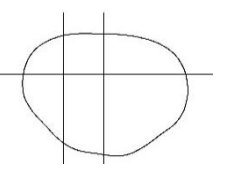
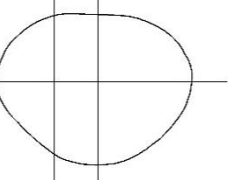
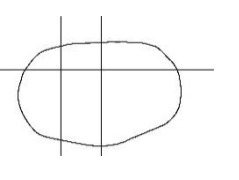
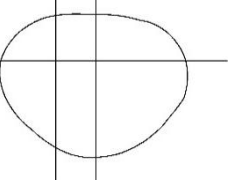
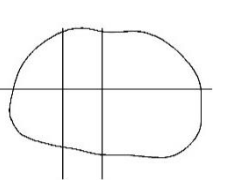
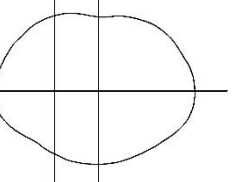
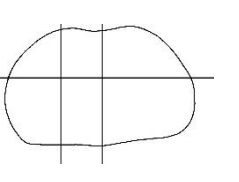
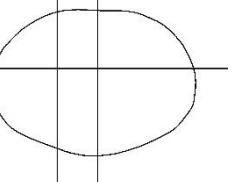
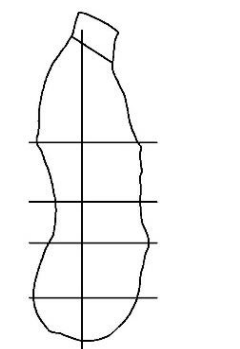
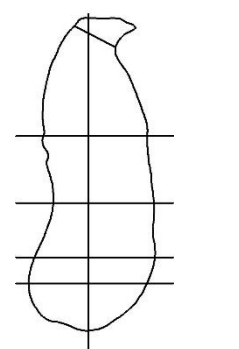
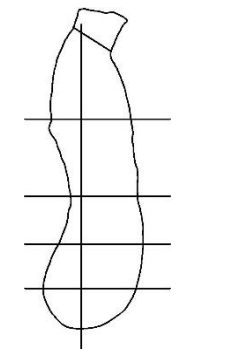
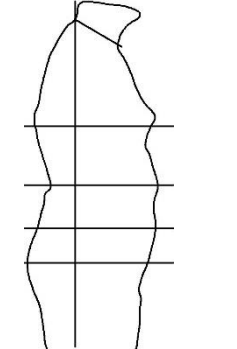
Таблица Ж2. Наименование сечений

Сечение 1	Горизонтальное сечение на уровне обхвата шеи
Сечение 2	Горизонтальное сечение на уровне обхвата груди третьего
Сечение 3	Горизонтальное сечение на уровне обхвата талии
Сечение 4	Горизонтальное сечение на уровне обхвата туловища горизонтального
Сечение 5	Горизонтальное сечение на уровне обхвата бедер без учета выпуклания живота
Сечение 6	Центральное сагиттальное сечение
Сечение 7	Сагиттальное сечение через правую сосковую точку

Таблица Ж3. Сечения трехмерных моделей

	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				
Сечение 6				

Продолжение таблицы ЖЗ

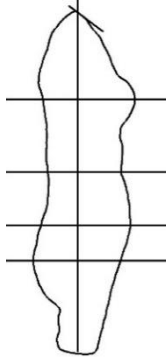
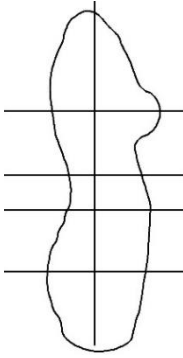
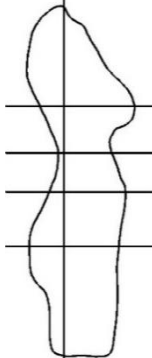
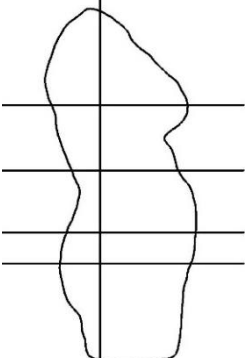
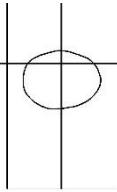
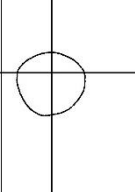
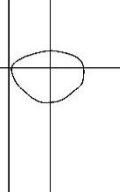
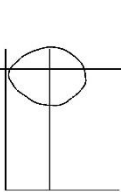
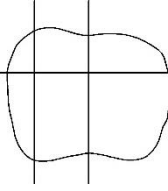
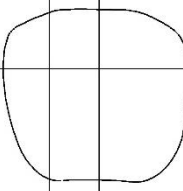
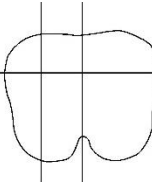
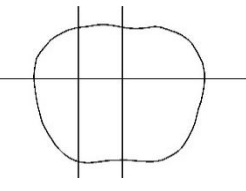
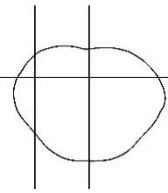
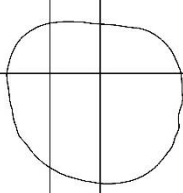
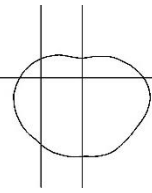
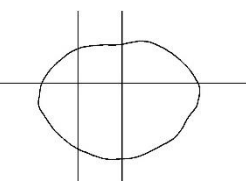
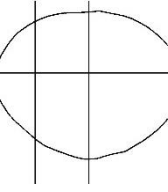
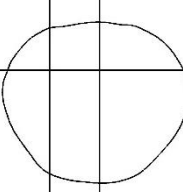
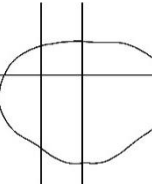
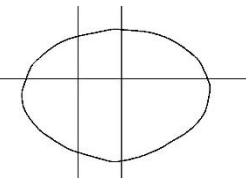
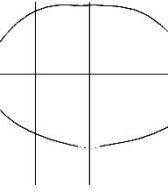
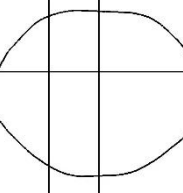
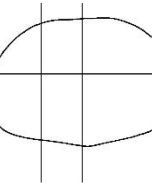
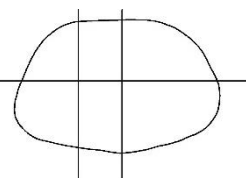
Сечение 7				
	Модель 5	Модель 6	Модель 7	Модель 8
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				
Сечение 6				



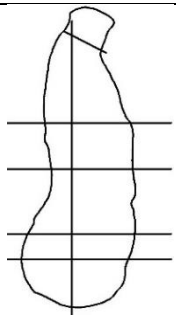
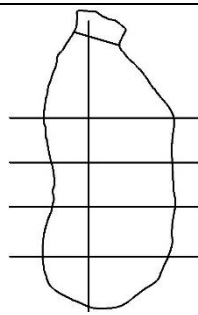
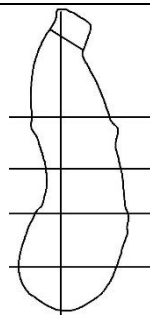
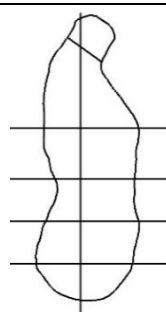
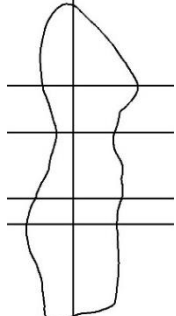
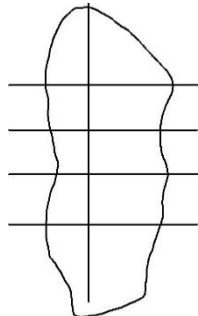
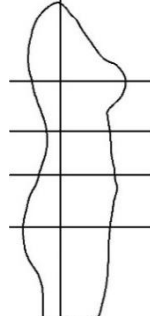
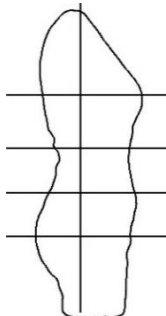
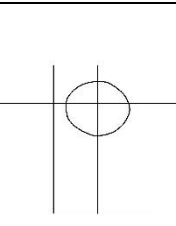
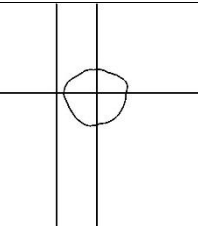
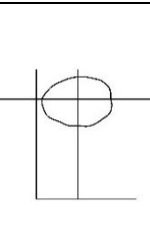
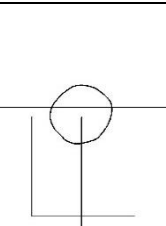
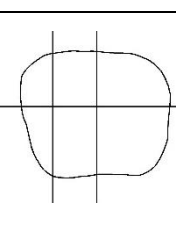
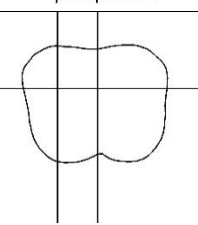
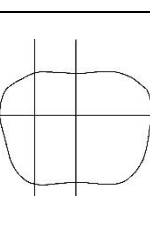
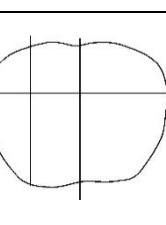
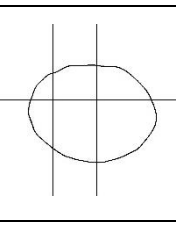
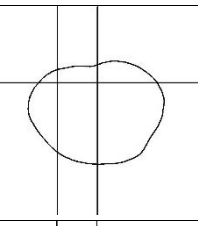
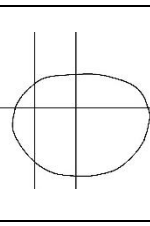
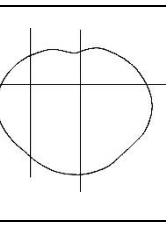
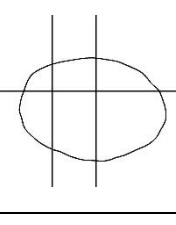
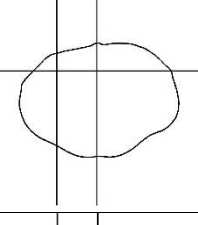
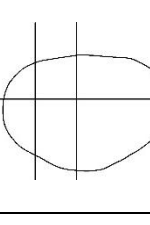
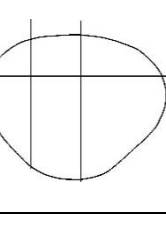
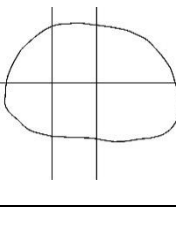
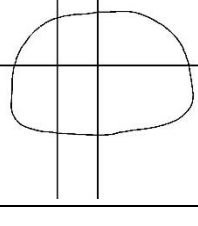
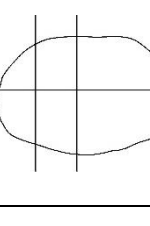
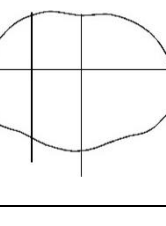
Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 7				
	Модель 9	Модель 10	Модель 11	Модель 12
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				
Сечение 6				

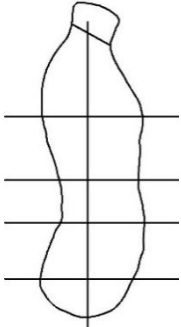
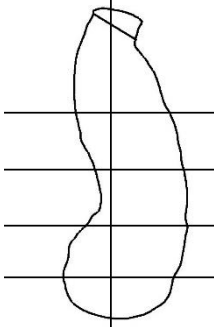
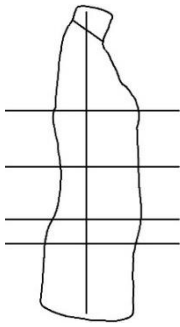
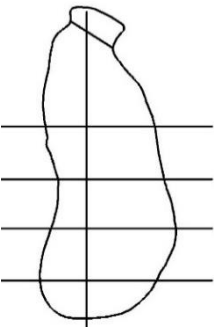
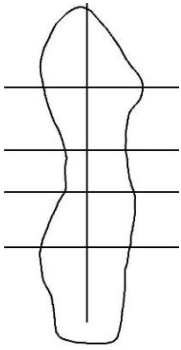
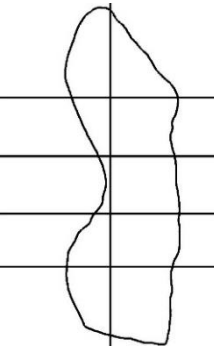
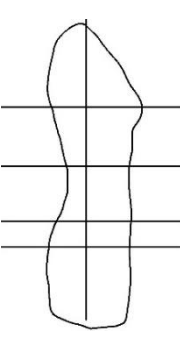
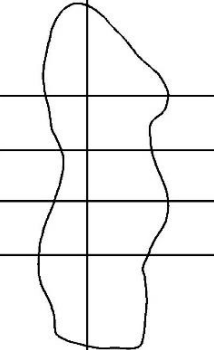
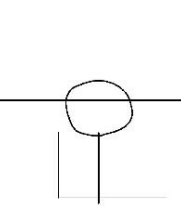
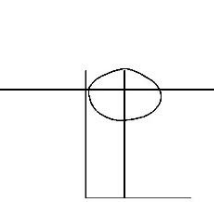
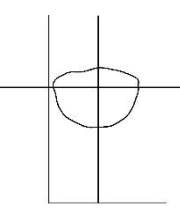
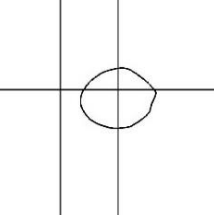
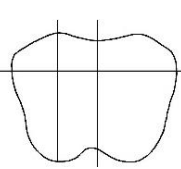
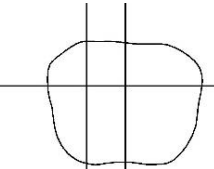
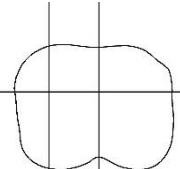
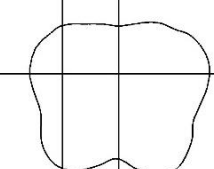
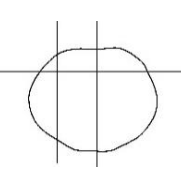
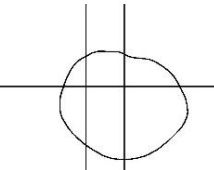
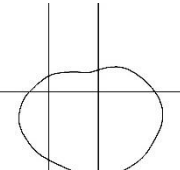
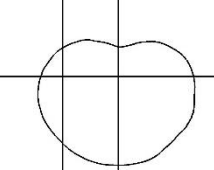
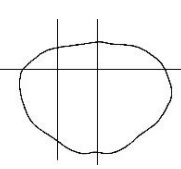
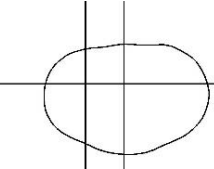
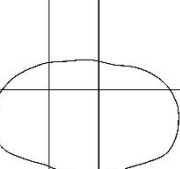
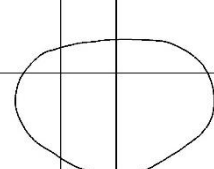
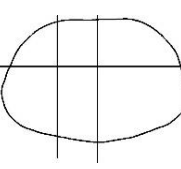
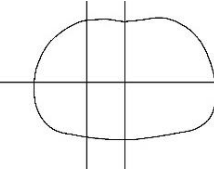
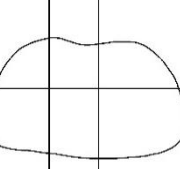
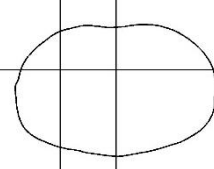
Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 7				
	Модель 13	Модель 14	Модель 15	Модель 16
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				

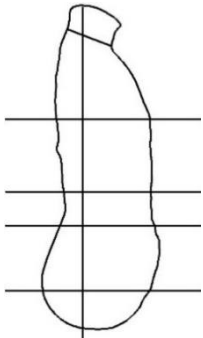
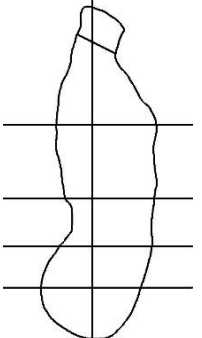
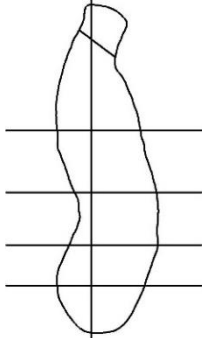
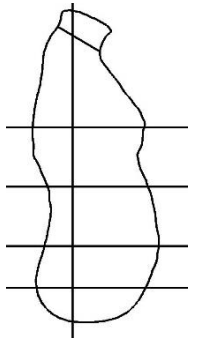
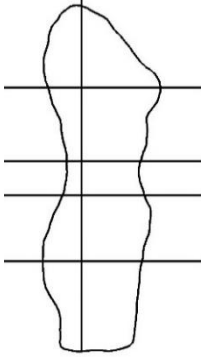
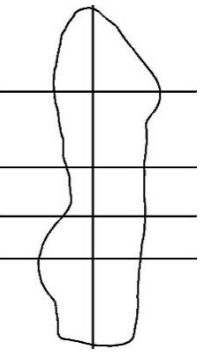
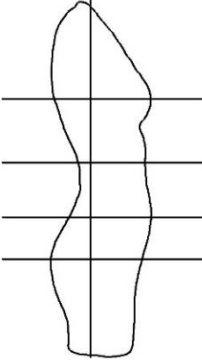
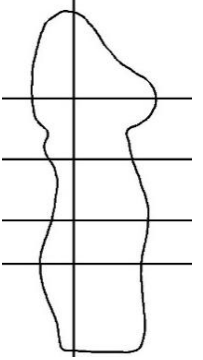
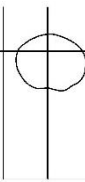
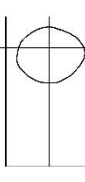
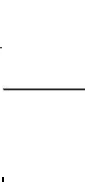
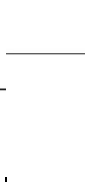
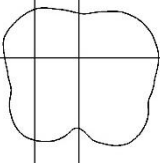
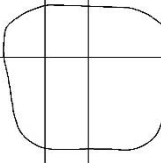
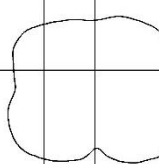
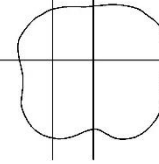
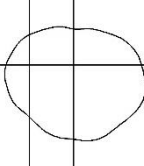
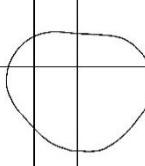
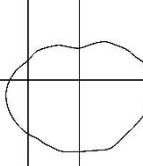
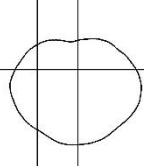
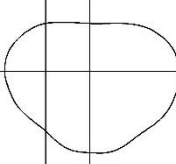
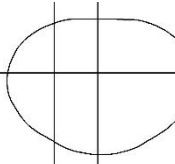
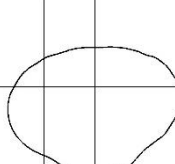
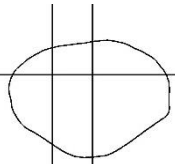
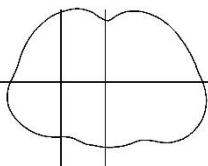
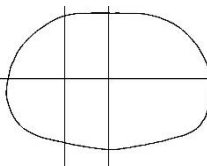
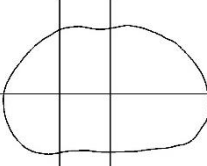
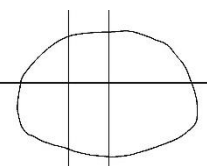
Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 17	Модель 18	Модель 19	Модель 20
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				

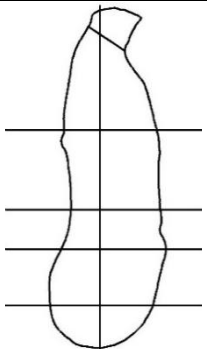
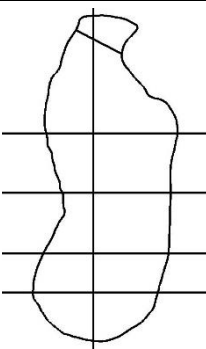
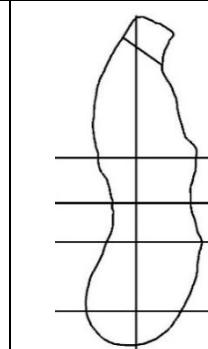
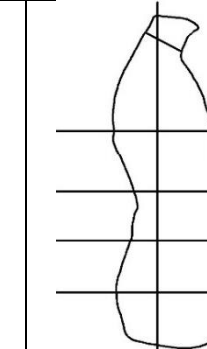
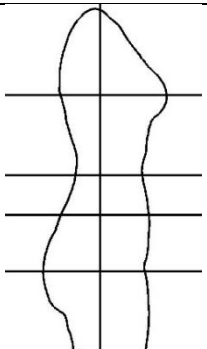
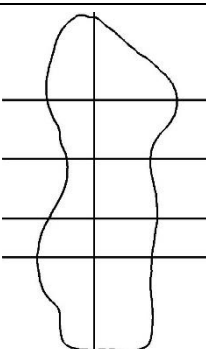
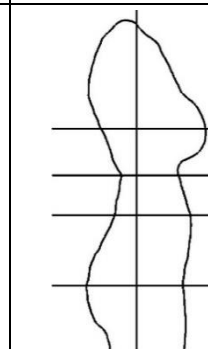
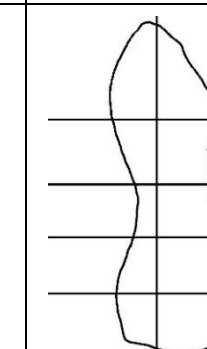
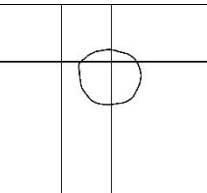
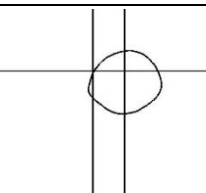
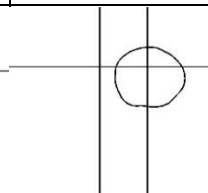
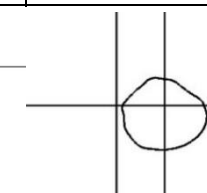
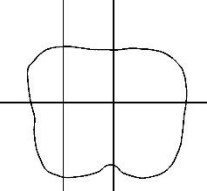
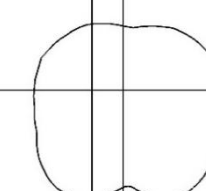
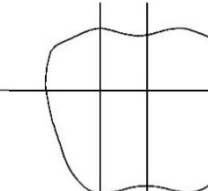
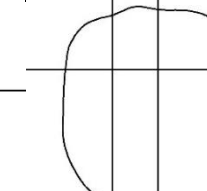
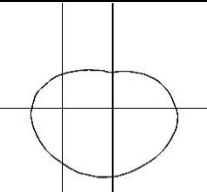
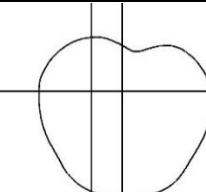
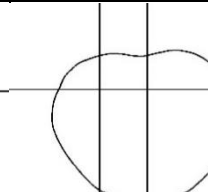
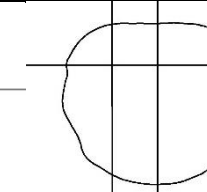
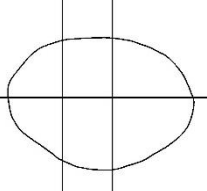
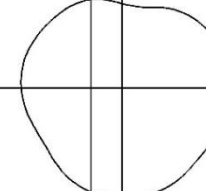
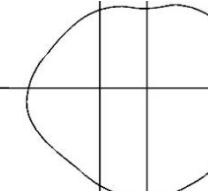
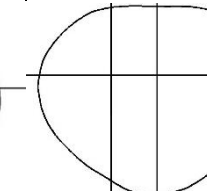
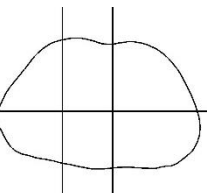
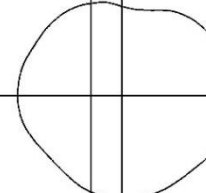
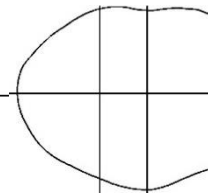
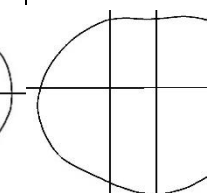
Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 21	Модель 22	Модель 23	Модель 24
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				

Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 25	Модель 26	Модель 27	Модель 28
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				

Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 29	Модель 30	Модель 31	Модель 32
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				

Продолжение таблицы ЖЗ

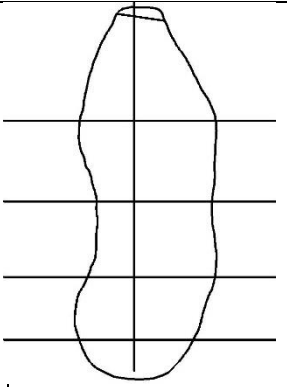
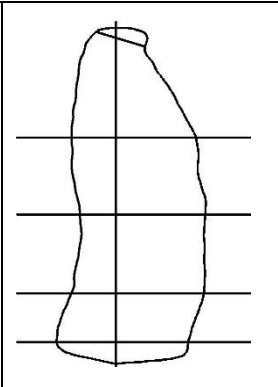
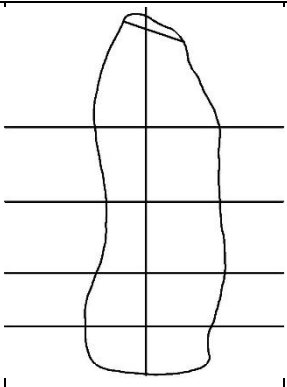
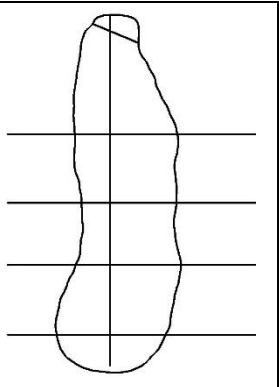
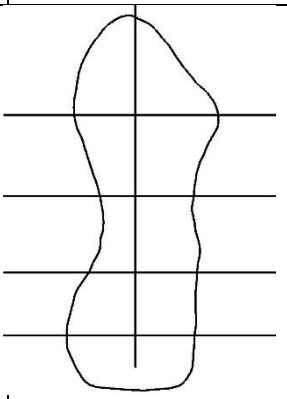
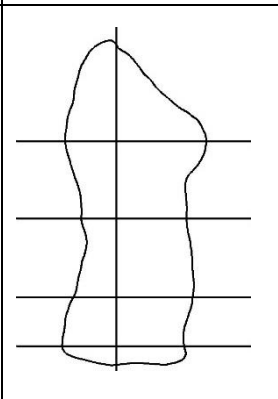
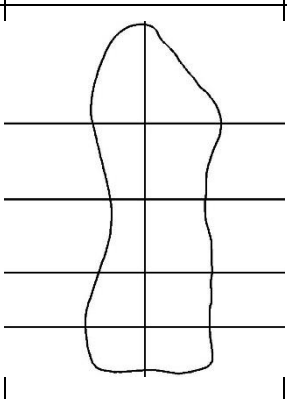
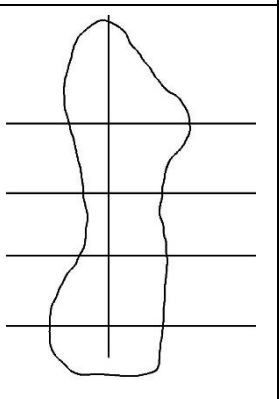




Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 33	Модель 34	Модель 35	Модель 36
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				

Продолжение таблицы ЖЗ

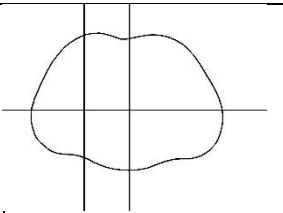
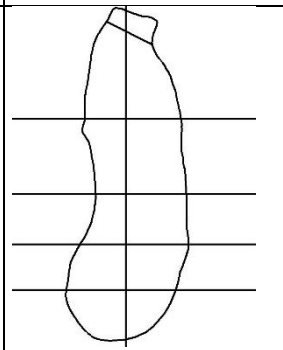
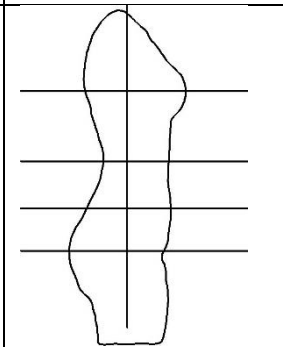
Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 37	Модель 38	Модель 39	Модель 40
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				
Сечение 5				



Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 6				
Сечение 7				
	Модель 41			
Сечение 1				
Сечение 2				
Сечение 3				
Сечение 4				

Продолжение таблицы ЖЗ

Сечение 5		
Сечение 6		
Сечение 7		

**ИЗМЕРЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЖЕНСКИХ ФИГУР**

Таблица 31. Измерения трехмерных моделей женских фигур

Номер измерения	Номер размерного признака	Наименование измерения	Методика измерения
1	2	3	4
1		Расстояние от точки основания шеи сзади до выступающей точки живота	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до выступающей точки живота
2		Расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи спереди	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи спереди
3		Расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи сбоку	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи сбоку
4	72	Расстояние от точки основания шеи сзади до плечевой точки	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до плечевой точки
5		Расстояние от точки основания шеи сзади до сосковой точки	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до сосковой точки
6		Расстояние от точки основания шеи сзади до заднего угла подмышечной впадины	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до заднего угла подмышечной впадины
7		Расстояние от точки основания шеи сзади до наиболее выступающей назад точки лопатки	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до наиболее выступающей назад точки лопатки
8		Расстояние от точки основания шеи сзади до точки уровня талии	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до точки уровня талии

Продолжение таблицы 31

9		Расстояние от точки основания шеи сзади до наиболее выступающей назад ягодичной точки	Измеряют по вертикали расстояние от точки основания шеи сзади до наиболее выступающей назад ягодичной точки
10	120	Обхват туловища горизонтальный	Строят горизонтальную плоскость на уровне наиболее выступающей точки живота. Делают срез и измеряют величину.
11	54	Поперечный диаметр шеи	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
12	110	Переднезадний диаметр шеи	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
13	31	Длина плечевого ската	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
14	53	Плечевой диаметр	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
15	57	Переднезадний диаметр руки	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
16	16	Обхват груди третий	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
17	64	Поперечный диаметр обхвата груди третьего	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
18	94	Переднезадний диаметр обхвата груди третьего	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
19	18	Обхват талии	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
20	55	Поперечный диаметр талии	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
21	95	Переднезадний диаметр талии	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
22	20	Обхват бедер без учета выступа живота	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
23	56	Поперечный диаметр бедер	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
24	111	Переднезадний диаметр обхвата бедер с учетом выступа живота	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
25	35a	Расстояние от точки основания шеи сбоку до сосковой точки	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
26	36a	Длина талии спереди	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
27	40	Длина спины до талии с учетом выступа лопаток	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
28	43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3

Продолжение таблицы 31

29		Проекционное измерение ширины груди	Измеряют проекционное расстояние между передними углами подмышечных впадин
30	46	Расстояние между сосковыми точками	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
31		Проекционное измерение ширины спины	Измеряют проекционное расстояние между задними углами подмышечных впадин
32	74	Положение корпуса	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.4
33	78	Глубина талии первая	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
34	79	Глубина талии вторая	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
35	83	Глубина шеи	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3
36	82	Глубина спины между лопатками	см. Методику определения размерных признаков. Глава 2.3

**ВЕЛИЧИНЫ ИЗМЕРЕНИЙ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЖЕНСКИХ  
ФИГУР**

Таблица И1. Величины измерений трехмерных моделей женских фигур

Номер измерения	Номер трехмерной модели женской фигуры								
	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5	Модель 6	Модель 7	Модель 8	Модель 9
1	44,1	44,0	44,9	43,3	45,5	54,4	49,7	47,8	47,8
2	3,4	4,8	4,2	5,0	5,9	5,0	5,5	5,7	5,5
3	1,4	2,0	0,9	2,5	1,6	1,8	1,5	1,5	1,3
4	5,4	5,5	4,3	5,4	5,1	6,8	4,9	5,4	5,0
5	21,0	19,5	19,5	21,9	23,5	25,9	21,0	24,5	20,3
6	14,7	13,8	14,8	16,5	13,2	17,0	15,5	14,7	13,7
7	16,1	17,4	17,3	17,4	14,6	17,5	18,3	16,6	17,6
8	37,1	32,9	35,4	34,8	36,5	41,7	38,7	37,8	36,1
9	58,4	54,3	57,8	57,4	57,6	60,6	59,9	55,6	58,9
10	77,8	92,2	88,0	94,4	83,6	102,9	81,3	99,1	83,0
11	12,5	13,2	10,9	12,9	10,2	12,3	13,2	12,1	13,0
12	9,3	10,2	9,5	10,3	10,7	10,8	10,1	11,4	9,2
13	11,4	10,9	10,9	11,3	11,7	12,6	11,3	11,6	10,7
14	35,4	34,1	32,9	36,7	34,0	34,3	33,9	33,6	34,1
15	9,4	10,4	10,0	12,5	9,9	12,1	10,3	13,5	7,9
16	88,1	97,4	90,4	95,3	90,0	102,2	86,2	102,5	83,8
17	25,4	28,8	28,1	28,9	27,3	30,1	25,3	29,2	26,9
18	22,5	25,1	22,6	23,7	24,9	27,1	22,1	28,4	19,9
19	67,6	79,3	73,9	82,8	72,4	85,4	62,6	90,5	68,9
20	24,6	27,1	26,4	30,1	25,7	29,2	22,4	29,3	25,5
21	17,4	22,9	19,7	21,9	18,7	23,8	15,2	25,2	17,0
22	95,8	97,6	97,8	105,6	97,4	104,5	94,9	105,3	87,6
23	35,2	35,3	36,3	37,6	35,4	36,8	34,6	37,5	33,1
24	25,1	27,8	26,5	29,9	25,8	29,9	23,0	28,9	21,7
25	24,3	23,8	24,0	24,5	27,2	29,6	24,7	29,0	23,0
26	40,7	37,9	40,1	37,1	40,8	45,9	42,6	42,9	39,3
27	38,0	34,2	37,3	37,0	39,4	44,4	41,2	41,5	37,7
28	40,7	34,3	36,9	40,9	40,8	46,1	42,8	41,7	39,7
29	27,5	28,9	29,9	32,1	29,5	31,4	26,4	31,6	29,2
30	16,1	17,4	17,6	17,8	14,2	18,4	15,6	18,3	15,4
31	30,6	32,6	30,7	33,3	30,4	33,6	30,4	31,0	30,5
32	4,5	5,6	5,4	5,4	8,1	8,8	6,8	9,0	6,9
33	4,8	2,1	4,4	5,6	4,5	3,8	6,1	3,5	2,5
34	7,5	5,8	6,3	6,3	5,7	6,5	6,8	5,4	3,2
35	2,7	4,6	4,4	4,3	6,9	7,6	5,2	7,4	5,0
36	1,7	1,0	1,0	0,9	1,2	1,2	1,6	1,6	1,9



Продолжение таблицы И1

Номер измерения	Номер трехмерной модели женской фигуры								
	Модель 10	Модель 11	Модель 12	Модель 13	Модель 14	Модель 15	Модель 16	Модель 17	Модель 18
1	43,6	47,1	47,3	51,2	41,6	42,7	45,4	46,6	47,1
2	4,3	4,4	4,4	4,8	3,1	4,5	5,8	5,0	5,7
3	1,3	1,3	1,6	1,4	1,0	1,6	2,4	2,0	2,2
4	5,1	7,6	5,8	5,8	3,1	4,8	6,1	6,0	5,5
5	22,9	26,5	21,8	23,6	20,4	20,4	22,3	21,7	22,0
6	14,0	17,0	16,9	13,1	14,4	15,4	16,4	15,0	15,7
7	17,1	16,6	16,5	19,1	17,5	14,3	17,2	16,7	16,3
8	36,4	37,7	34,8	34,8	31,1	32,3	34,9	36,6	34,7
9	56,5	60,1	53,4	57,5	53,4	55,0	55,8	59,7	58,5
10	81,0	85,4	104,8	96,8	100,0	82,3	88,0	75,8	86,7
11	11,6	12,8	10,1	12,6	12,0	12,3	12,9	12,5	11,7
12	9,5	10,4	10,4	10,6	11,3	9,1	10,3	10,4	11,0
13	10,9	13,8	12,4	12,6	10,7	10,4	12,0	11,6	10,5
14	33,3	36,8	35,3	36,5	33,9	31,2	34,8	33,5	32,6
15	9,2	10,0	11,6	11,9	13,2	9,8	11,1	10,3	10,0
16	84,7	93,0	101,8	92,6	109,6	85,9	89,5	89,2	89,8
17	25,0	29,4	28,9	29,6	31,5	25,3	28,3	27,1	27,2
18	22,6	22,7	27,2	23,8	29,9	22,4	23,4	23,3	22,9
19	70,9	69,4	90,8	77,2	99,0	67,3	76,7	67,9	75,8
20	25,7	25,1	31,4	27,4	31,2	23,9	27,9	24,2	25,0
21	18,9	19,1	24,3	20,8	28,7	17,7	20,5	18,5	20,4
22	94,1	94,7	109,2	101,3	108,2	92,0	97,0	91,1	101,1
23	35,8	30,8	39,0	37,2	38,7	34,4	35,2	32,5	36,2
24	24,3	22,9	29,4	27,6	31,5	25,3	25,3	24,3	27,4
25	26,0	30,5	27,4	27,2	28,8	25,1	24,3	24,3	24,7
26	40,0	43,1	40,6	40,2	40,0	37,7	37,2	39,9	37,4
27	38,0	39,8	38,0	36,9	33,2	34,5	37,3	38,8	36,9
28	39,5	40,4	37,8	37,7	34,8	34,3	37,9	40,8	38,3
29	26,7	30,2	29,5	31,5	33,8	28,3	29,5	28,7	29,4
30	15,9	19,6	16,5	16,4	19,6	16,6	15,7	16,3	16,5
31	28,0	31,1	33,7	27,9	32,3	28,4	29,6	28,6	28,9
32	6,9	6,1	7,3	6,5	7,3	5,7	6,7	7,3	5,8
33	3,7	5,6	5,0	3,5	2,0	4,8	4,1	4,4	6,2
34	4,5	5,6	3,1	7,6	2,2	6,1	5,1	4,9	7,0
35	5,9	5,1	6,3	4,9	7,1	4,2	5,7	7,0	4,3
36	1,0	1,3	1,5	1,6	0,2	4,2	1,0	0,3	1,9

Продолжение приложения И1

Номер измерения	Номер трехмерной модели женской фигуры								
	Модель 19	Модель 20	Модель 21	Модель 22	Модель 23	Модель 24	Модель 25	Модель 26	Модель 27
1	51,8	46,6	42,3	47,7	47,6	50,5	48,4	44,1	46,4
2	5,6	6,0	3,7	4,3	6,0	5,6	5,2	4,6	6,2
3	2,4	2,2	1,3	1,8	1,9	2,1	1,8	1,8	1,9
4	6,8	5,7	5,2	5,7	4,2	5,4	7,8	6,1	7,7
5	23,6	23,6	19,4	20,4	22,3	23,2	22,5	20,4	27,2
6	18,7	17,3	15,8	15,5	15,1	16,1	17,6	15,0	19,0
7	18,5	18,9	13,7	16,0	20,0	17,3	18,4	17,8	18,1
8	38,1	35,5	35,0	37,0	36,0	36,8	39,8	32,1	37,5
9	58,2	58,2	56,3	57,1	56,7	60,2	60,6	51,8	62,0
10	90,3	98,9	77,7	84,5	83,1	104,0	86,3	93,5	81,6
11	13,2	11,5	11,2	12,8	12,4	13,5	11,4	11,9	12,3
12	9,7	11,3	10,2	9,8	10,0	11,2	9,5	10,2	10,8
13	11,4	12,6	10,7	12,2	10,8	12,2	13,0	11,1	12,7
14	35,6	33,5	31,6	34,8	34,3	36,0	34,6	33,8	36,5
15	10,8	12,1	10,5	11,2	9,7	11,5	9,6	11,2	10,4
16	90,6	104,1	92,0	88,8	83,0	108,0	87,5	97,3	94,3
17	29,5	34,0	26,6	27,6	26,4	32,8	26,0	28,4	30,0
18	22,4	26,6	23,9	23,1	20,7	27,6	23,0	25,9	23,1
19	76,6	85,4	68,2	70,4	67,9	88,8	70,7	76,9	70,2
20	26,5	29,6	23,1	24,2	23,9	29,9	24,5	26,5	25,4
21	20,2	24,1	18,1	20,5	18,5	23,3	19,3	21,2	18,2
22	96,5	103,2	92,4	96,4	91,2	105,3	96,7	100,7	95,5
23	35,0	37,0	33,5	34,2	33,1	37,8	35,3	35,4	35,0
24	24,8	30,4	24,1	25,3	22,8	28,2	27,3	26,8	27,2
25	25,6	27,8	25,3	24,2	24,3	27,5	25,6	25,7	29,9
26	40,5	40,5	41,3	41,2	38,2	42,0	43,7	39,0	42,5
27	39,6	37,9	36,6	38,1	37,4	38,8	41,4	34,0	40,2
28	39,6	37,8	36,7	39,3	38,6	39,8	42,1	35,4	42,5
29	30,5	33,9	28,1	27,9	29,8	32,3	25,9	28,9	30,7
30	17,5	19,9	15,9	15,2	16,8	20,7	15,4	17,5	19,8
31	29,1	30,2	28,9	28,1	24,8	32,6	29,5	31,1	31,6
32	5,9	6,9	4,6	5,0	5,9	6,3	6,4	6,2	7,8
33	2,8	4,1	3,9	2,4	4,9	5,2	2,6	3,5	5,5
34	4,2	4,8	4,8	6,2	4,9	3,0	6,2	5,6	6,1
35	4,4	5,7	2,4	4,2	5,2	3,8	5,3	6,2	6,6
36	1,5	1,2	2,2	0,8	0,7	1,8	1,1	1,6	1,6

Продолжение приложения И1

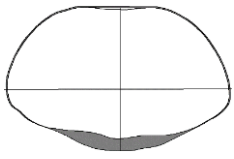
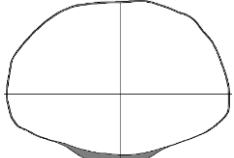
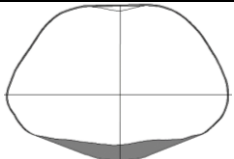
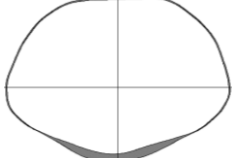
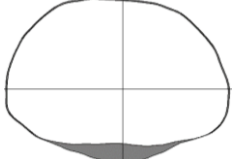
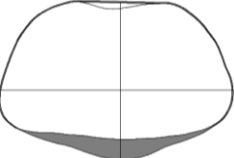
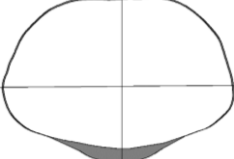
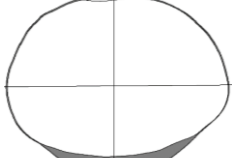
Номер измерения	Номер трехмерной модели женской фигуры								
	Модель 28	Модель 29	Модель 30	Модель 31	Модель 32	Модель 33	Модель 34	Модель 35	Модель 36
1	46,4	44,8	51,6	51,5	55,5	44,3	47,1	43,2	42,5
2	4,3	5,0	7,3	5,3	5,1	5,9	4,2	3,0	2,3
3	1,5	1,5	2,4	1,8	1,8	2,1	1,4	1,1	1,0
4	4,8	6,3	5,7	4,9	7,2	5,5	6,2	5,0	4,4
5	22,0	20,7	22,9	20,4	30,4	22,5	22,1	19,3	19,3
6	14,8	14,9	15,1	15,1	19,9	14,8	15,1	14,4	15,0
7	15,7	17,1	16,2	17,2	18,3	18,1	18,4	16,7	13,8
8	35,4	37,0	33,9	35,9	39,5	35,3	37,3	32,0	33,7
9	58,0	54,8	55,0	56,9	60,4	55,8	55,3	51,5	49,5
10	77,7	81,7	116,4	113,8	124,8	83,7	85,9	93,7	84,7
11	11,9	11,2	10,9	11,0	13,2	10,7	12,0	12,3	9,5
12	9,2	9,2	11,0	10,0	12,7	11,1	10,5	10,3	9,0
13	10,9	11,1	11,8	11,7	12,6	12,0	11,6	10,6	10,5
14	33,1	31,3	34,4	32,4	36,8	33,5	34,0	33,1	29,8
15	9,0	8,5	12,2	12,5	16,6	11,3	10,4	11,4	8,6
16	86,5	82,3	109,7	104,4	120,7	93,4	88,1	97,4	85,1
17	25,2	24,4	33,0	31,0	34,7	29,9	25,8	28,8	25,5
18	23,1	21,3	29,6	28,0	35,0	24,5	23,2	22,9	21,8
19	67,3	65,8	95,8	91,0	106,3	75,7	71,2	77,7	69,3
20	22,9	23,7	30,2	31,3	34,9	26,3	25,4	26,6	25,7
21	18,5	16,8	27,4	25,4	30,4	21,3	19,2	21,2	17,6
22	88,4	88,7	115,9	118,7	121,5	99,1	95,8	101,2	88,9
23	31,1	32,6	38,3	43,2	42,3	35,6	34,0	35,8	31,5
24	23,9	23,4	35,8	33,1	35,5	26,0	24,0	26,6	24,5
25	25,2	23,8	28,8	26,3	39,0	25,0	25,3	25,4	23,4
26	39,0	40,6	41,1	41,7	49,2	38,6	41,3	39,1	38,6
27	38,1	39,7	37,5	38,8	42,0	37,5	39,6	33,6	37,2
28	41,9	39,9	38,5	39,7	43,4	39,1	40,9	35,5	38,1
29	26,3	26,1	34,3	31,7	33,8	31,5	26,8	29,8	24,9
30	14,6	16,4	20,5	17,5	19,7	17,4	16,2	17,2	16,1
31	29,9	27,7	34,9	33,3	37,2	28,1	29,0	31,5	26,4
32	8,5	8,0	9,6	7,8	8,3	7,8	6,8	5,7	8,3
33	4,4	4,4	4,0	4,9	4,8	3,4	4,5	4,1	3,8
34	4,0	5,9	8,1	9,0	5,6	4,9	7,0	6,1	6,0
35	6,5	6,1	8,4	6,8	6,6	6,6	4,7	4,6	7,2
36	0,7	1,9	1,2	1,0	1,7	1,2	2,1	1,1	1,1

Продолжение приложения И1

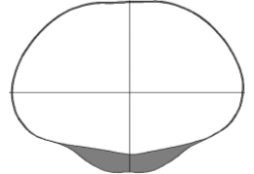
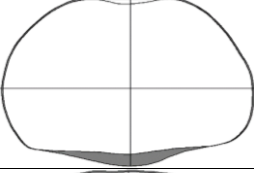
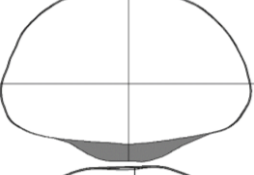
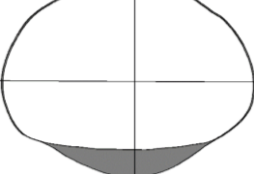
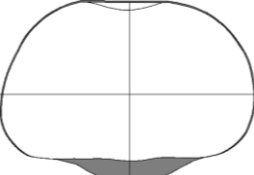
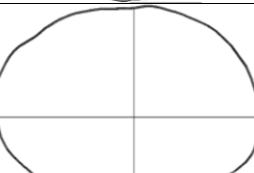
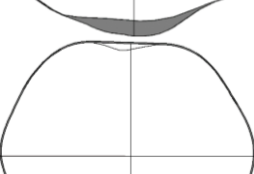
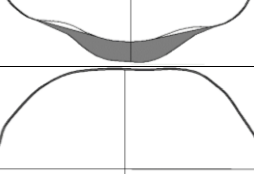
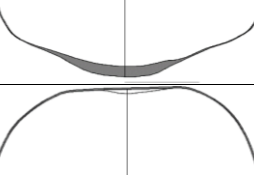
Номер измерения	Номер трехмерной модели женской фигуры				
	Модель 37	Модель 38	Модель 39	Модель 40	Модель 41
1	46,1	46,6	48,2	46,3	48,1
2	1,5	2,5	3,9	3,7	5,1
3	0,7	1,0	1,5	1,5	2,1
4	4,1	4,3	5,1	4,6	6,5
5	18,7	18,8	20,2	21,2	21,0
6	15,1	17,4	16,1	13,6	16,4
7	16,6	18,8	17,8	18,1	18,6
8	32,9	32,5	34,5	34,4	37,2
9	57,1	55,2	58,4	59,7	58,0
10	89,0	88,3	90,4	81,7	86,3
11	11,3	12,5	12,5	12,7	10,7
12	8,4	9,2	11,0	9,6	11,0
13	9,4	10,2	9,8	10,0	11,1
14	31,8	34,5	32,6	33,8	34,9
15	8,9	9,9	12,1	9,2	11,1
16	93,7	96,2	90,5	91,0	88,6
17	26,4	27,6	26,8	26,1	25,2
18	25,0	25,1	24,1	22,9	23,3
19	72,6	78,4	75,9	70,8	70,0
20	24,5	26,7	25,9	25,0	24,5
21	20,2	22,4	21,7	16,8	18,8
22	97,5	91,7	98,6	96,9	95,1
23	35,3	32,2	34,5	34,8	34,5
24	25,8	26,3	26,8	23,2	27,3
25	23,7	24,4	24,3	25,4	23,7
26	39,2	38,5	39,0	39,7	40,4
27	36,6	34,9	36,7	35,9	39,8
28	37,3	35,4	38,1	37,4	41,2
29	26,3	27,9	25,9	29,3	26,5
30	15,8	17,6	15,2	16,4	16,0
31	27,1	27,8	26,8	31,7	27,3
32	7,6	5,3	6,3	5,3	6,6
33	4,1	2,5	3,0	3,2	4,2
34	5,7	4,3	4,4	6,2	7,3
35	6,6	4,3	5,5	3,7	4,6
36	1,0	1,0	0,8	1,6	2,0

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЯСНОЙ  
ОДЕЖДЫ**

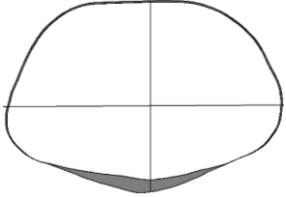
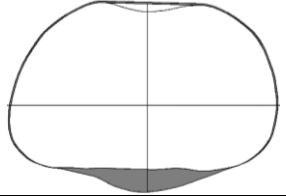
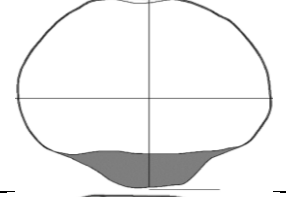
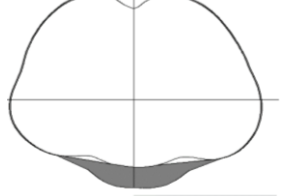
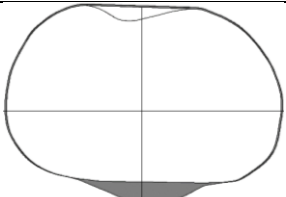
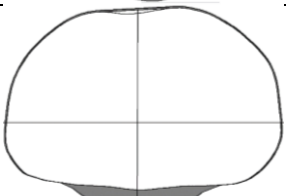
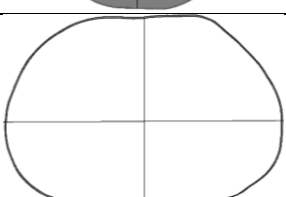
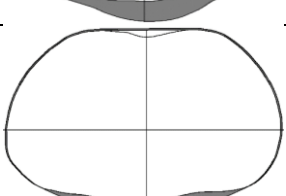
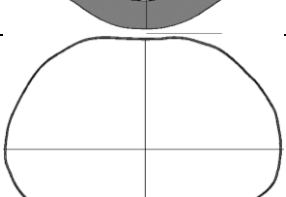
Таблица К1. Характеристики телосложения для поясной одежды

Номер модели	Горизонтальное сечение на уровне обхвата бедер и горизонтальное сечение на уровне обхвата бедер в одежде	Величина обхвата бедер, см	Величина обхвата талии, см	$\Sigma$ , суммарный растрвор вытачки, см	Величина передней поверхности туловища в одежде, см	Величина задней поверхности туловища в одежде, см	Разница величин задней поверхности от передней поверхности туловища, см
1	2	3	4	5	6	7	8
Модель 9		89,6	68,9	20,7	41,7	47,9	6,2
Модель 28		90,5	67,3	23,2	42,3	48,2	5,9
Модель 29		90,7	65,8	24,9	42,3	48,4	6,1
Модель 36		90,8	69,3	21,5	42,5	48,3	5,7
Модель 17		93,1	67,9	25,2	43,9	49,2	5,3
Модель 23		93,6	67,9	25,7	44,2	49,4	5,2
Модель 21		94,6	68,2	26,4	45,0	49,6	4,6
Модель 38		94,9	78,4	16,5	45,3	49,6	4,3

Продолжение таблицы К1

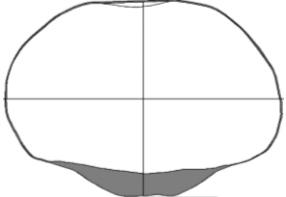
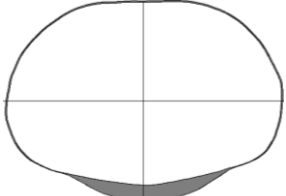
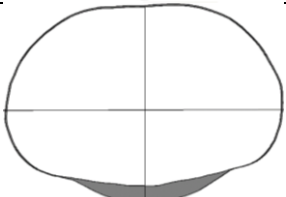
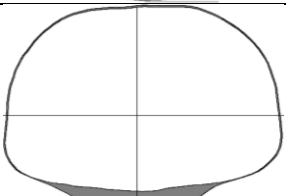
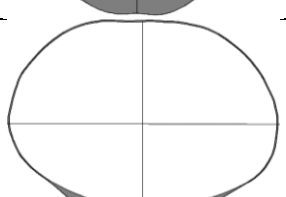
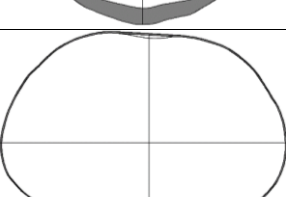
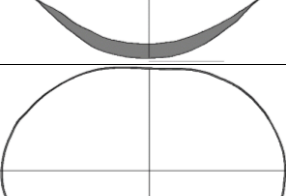
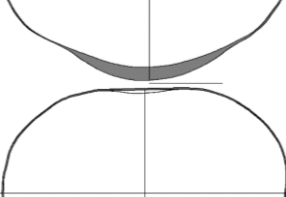
Модель 15		95,3	67,3	28	45,6	49,7	4,1
Модель 7		96,3	62,6	33,7	46,4	49,9	3,5
Модель 10		96,5	70,9	25,6	46,0	50,5	4,5
Модель 11		97,9	69,4	28,5	47,1	50,8	3,7
Модель 1		98,0	67,6	30,3	47,6	50,4	2,8
Модель 34		98,0	71,2	26,8	47,2	50,8	3,6
Модель 41		98,3	70,0	28,3	46,7	51,6	4,9
Модель 19		98,3	76,6	21,7	46,9	51,4	4,5
Модель 22		98,7	70,4	28,3	47,3	51,4	4,1

Продолжение таблицы К1

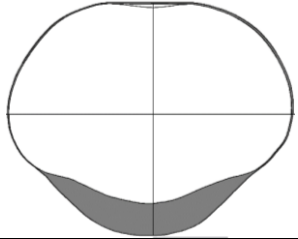
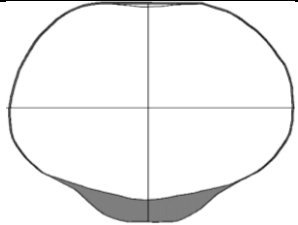
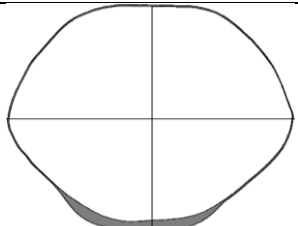
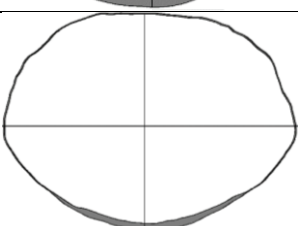
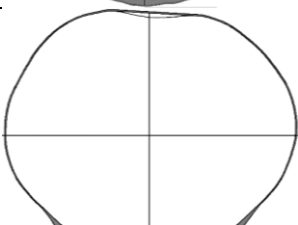
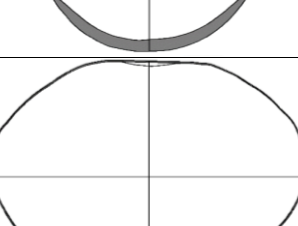
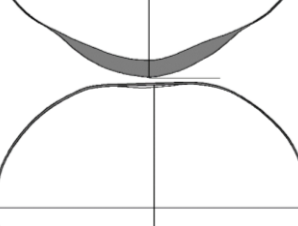
Модель 16		98,7	76,7	22	47,1	51,6	4,5
Модель 40		98,8	70,8	28	47,4	51,4	4,0
Модель 27		99,2	70,2	29	47,5	51,7	4,2
Модель 25		99,4	70,7	28,7	47,4	52,0	4,6
Модель 37		99,6	72,6	27	48,3	51,3	3,0
Модель 5		99,8	72,4	27,4	48,5	51,3	2,8
Модель 39		100,8	75,9	24,9	48,9	51,9	3,0
Модель 3		101	73,9	27,1	49,0	52,0	3,0
Модель 2		101,9	79,3	22,6	49,6	52,3	2,7



Продолжение таблицы К1

Модель 33		102, 0	75,7	26,3	49,7	52,3	2,6
Модель 26		103, 1	76,9	26,2	50,0	53,1	3,1
Модель 35		103, 6	77,7	25,9	50,3	53,3	3,0
Модель 18		104, 2	75,8	28,4	51,1	53,1	2,0
Модель 13		104, 3	77,2	27,1	50,9	53,4	2,5
Модель 6		107, 5	85,4	22,1	53,5	55,0	2,5
Модель 8		107, 8	90,5	17,3	52,3	55,5	3,2
Модель 24		108, 5	88,8	19,7	52,4	56,1	3,7

Продолжение таблицы К1

Модель 20		108, 9	85,4	23,5	53,5	55,4	1,9
Модель 4		109, 4	82,8	26,6	53,3	56,1	2,8
Модель 14		110, 8	99,0	11,8	54,4	56,4	2,0
Модель 12		111, 0	90,8	20,2	54,3	56,7	2,4
Модель 30		119, 2	95,8	23,4	58,5	60,7	2,2
Модель 31		121, 9	91,0	30,9	59,6	62,3	2,7
Модель 32		125, 3	106, 3	19	61,4	63,9	2,5

**ПЛОЩАДИ ПРАВОЙ И ЛЕВОЙ ПОЛОВИН ТЕЛА**

Таблица Л1. Площади правой и левой половин тела

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 1	Обхват груди третий (Т16)	275,9	269,1	Модель 2	347,3	333,0
	Обхват талии (Т18)	184,3	157,8		252,9	237,5
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	238,2	202,4		326,8	322,0
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	353,4	297,6		367,8	347,4
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 3	Обхват груди третий (Т16)	306,2	281,8	Модель 4	321,8	327,7
	Обхват талии (Т18)	218,6	191,4		259,7	254,4
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	313,0	265,9		329,5	335,8
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	367,2	317,6		406,6	427,2
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 5	Обхват груди третий (Т16)	302,1	304,5	Модель 6	397,6	369,5
	Обхват талии (Т18)	202,3	197,5		285,8	277,2
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	258,2	271,3		424,3	389,9
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	316,8	370,1		433,6	399,2

Продолжение таблицы Л1

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 7	Обхват груди третий (Т16)	267,6	246,5	Модель 8	374,1	406,1
	Обхват талии (Т18)	146,8	145,8		308,7	318,0
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	247,6	233,5		388,6	363,3
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	332,6	306,4		438,3	403,0
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 9	Обхват груди третий (Т16)	244,1	249,0	Модель 10	259,1	263,1
	Обхват талии (Т18)	194,8	158,9		187,4	194,2
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	285,4	222,2		239,5	246,9
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	306,5	235,2		318,2	314,5
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 11	Обхват груди третий (Т16)	301,1	310,1	Модель 12	392,1	379,0
	Обхват талии (Т18)	179,0	188,3		301,8	320,4
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	287,1	264,5		408,9	437,6
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	353,4	304,7		434,7	464,1

Продолжение таблицы Л1

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 13	Обхват груди третий (Т16)	320,8	303,1	Модель 14	471,5	444,1
	Обхват талии (Т18)	229,5	223,7		401,6	357,4
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	359,1	361,8		410,4	369,2
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	383,5	390,9		456,2	442,8
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 15	Обхват груди третий (Т16)	265,6	265,1	Модель 16	318,8	289,0
	Обхват талии (Т18)	175,8	168,3		232,3	212,2
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	247,6	260,3		312,2	268,2
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	310,1	315,4		363,1	322,2
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 17	Обхват груди третий (Т16)	305,0	291,0	Модель 18	298,2	285,9
	Обхват талии (Т18)	191,9	162,0		213,9	221,4
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	230,2	200,5		266,3	292,9
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	319,4	285,8		357,4	386,5

Продолжение таблицы Л1

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 19	Обхват груди третий (Т16)	302,0	304,0	Модель 20	426,5	392,3
	Обхват талии (Т18)	203,4	246,0		308,1	255,6
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	263,9	344,2		411,9	340,7
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	297,6	386,9		420,6	374,6
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 21	Обхват груди третий (Т16)	308,7	288,9	Модель 22	300,2	289,0
	Обхват талии (Т18)	190,9	169,5		202,0	181,8
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	235,2	218,4		253,3	275,6
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	322,3	305,2		340,7	340,3
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 23	Обхват груди третий (Т16)	265,1	234,7	Модель 24	417,1	419,7
	Обхват талии (Т18)	190,4	159,5		307,1	294,0
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	289,2	206,7		404,4	400,2
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	326,6	249,2		408,9	407,3

Продолжение таблицы Л1

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 25	Обхват груди третий (Т16)	270,0	281,8	Модель 26	355,9	351,7
	Обхват талии (Т18)	185,0	199,7		216,1	236,9
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	267,3	292,4		321,2	345,7
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	328,6	346,1		370,3	379,8
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 27	Обхват груди третий (Т16)	319,9	322,0	Модель 28	278,6	276,6
	Обхват талии (Т18)	179,2	189,9		181,2	168,1
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	250,5	247,3		239,3	221,7
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	342,4	307,2		294,7	284,6
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 29	Обхват груди третий (Т16)	263,0	221,6	Модель 30	467,5	441,7
	Обхват талии (Т18)	188,3	140,1		372,0	329,7
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	293,3	210,2		537,6	519,5
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	320,2	243,3		529,1	518,1



Продолжение таблицы Л1

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 31	Обхват груди третий (Т16)	414,9	387,7	Модель 32	584,0	533,1
	Обхват талии (Т18)	352,2	310,0		456,6	430,5
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	504,9	494,3		619,3	580,6
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	536,1	524,2		578,9	552,3
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 33	Обхват груди третий (Т16)	338,2	321,9	Модель 34	283,0	276,4
	Обхват талии (Т18)	227,4	214,3		200,2	187,3
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	290,5	236,4		287,0	277,3
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	395,6	305,9		368,2	327,8
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 35	Обхват груди третий (Т16)	362,1	347,0	Модель 36	261,5	259,7
	Обхват талии (Т18)	220,0	237,1		170,2	189,1
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	327,6	340,5		275,4	266,2
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	380,7	373,3		294,9	294,4

Продолжение таблицы Л1

		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 37	Обхват груди третий (Т16)	315,9	331,9	Модель 38	332,1	323,4
	Обхват талии (Т18)	183,2	223,4		237,4	240,4
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	266,1	315,1		291,0	305,3
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	311,5	365,1		312,8	323,8
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>
Модель 39	Обхват груди третий (Т16)	314,0	303,4	Модель 40	285,0	292,4
	Обхват талии (Т18)	227,4	222,7		184,7	197,0
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	312,4	314,8		238,4	252,7
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	364,9	357,1		338,1	328,1
		Площадь правой части, см <sup>2</sup>	Площадь левой части, см <sup>2</sup>			
Модель 41	Обхват груди третий (Т16)	286,4	276,5			
	Обхват талии (Т18)	199,7	180,0			
	Обхват туловища горизонтальный (Т120)	289,2	274,7			
	Обхват бедер без учета выступающего живота (Т20)	341,6	321,0			

## ПРИЛОЖЕНИЕ М

### ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОСАДКИ ЖАКЕТА

Таблица М1. Показатели качества посадки жакета

Показатель качества посадки	Числовое значение показателя		Оценка показателя, баллы	
	Манекен	Фигура человека	Манекен	Фигура человека
Положение краев бортов полочек, град	0	0	5	5
Глубина наклонных складок на спине, см	0	0	5	5
Отклонение нижней точки линии переднего переката рукава от вертикали назад, град	13,5	11,5	5	4
Глубина горизонтальных складок на спине, см	0	0	5	5

## **АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ, БАЗЫ ДАННЫХ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО Российский государственный  
университет им. А.Н. Косыгина

О.В. Кашеев



« 23 » октября 2019 год

АКТ

о внедрении в учебный процесс результатов  
диссертационной работы Тутовой А.А.  
на тему «Разработка метода проектирования трехмерных манекенов для  
одежды», выполненной в РГУ им. А.Н. Косыгина

Настоящий акт составлен о том, что результаты диссертационной работы «Разработка метода проектирования трехмерных манекенов для одежды», выполненной Тутовой А.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук (научный руководитель проф., д.т.н. Петросова И.А.) использованы в учебно-образовательной деятельности на кафедре ХМ, К и ТШИ в следующих видах:

1. Учебное пособие: «Методы проектирования манекенов фигур. Разработка внешней формы манекена»;
2. База данных: «Формирование поверхности манекена с учетом толщины пододежного слоя», опублик. 26.03.19 г.;
3. База данных: «Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры», опублик. 15.03.19 г.,; для обучения студентов по направлению 29.04.05 «Конструирование изделий легкой промышленности», магистерская программа «Разработка инновационных способов проектирования изделий легкой промышленности с применением новых технологий».

/ Зав. отделом магистратуры Бокова Е.С. проф., д.т.н. Бокова Е.С.

Зав. кафедрой ХМК и ТШИ Зарецкая Г.П. проф., д.т.н. Зарецкая Г.П.

Руководитель диссертационной Петросова И.А. проф., д.т.н. Петросова И.А.  
работы

Аспирант Тутова А.А. Тутова А.А.

г. Москва

15.05.2015 г.

**Акт промышленного внедрения**

**метода проектирования манекенов, разработанного Тутовой Анной Анатольевной в магистерской диссертационной работе на тему «Разработка метода проектирования трехмерных манекенов для одежды » в производственный цикл предприятия**

Комиссия в составе начальника производства Солныковой С.М., начальника экспериментального цеха Закрочинской Т.Л., конструктора Строчковой Е.В., технолога Щукиной И.А. подтверждает, что использование разработанного Тутовой А.А. метода проектирования индивидуальных трехмерных виртуальных и физических манекенов в условиях промышленного производства ООО "Этника" позволило быстро и качественно корректировать конструкции одежды в соответствии с фигурой потребителя. Проведённые испытания показали целесообразность внедрения разработанного метода проектирования манекенов на основе трехмерного сканирования в процесс изготовления индивидуальной одежды в условиях массового производства, позволили ускорить цикл разработки проектно-конструкторской документации на изделия.

Предложенный метод высоко востребован предприятиями, особенность работы которых заключается в необходимости разработки большого количества комплектов высококачественной индивидуальной одежды для сотрудников компаний с различными типами фигур и размерных характеристик в условиях массового производства. Предложенный метод обеспечивает повышение качества и скорости изготовления индивидуальных изделий в массовом производстве.

Начальник производства \_\_\_\_\_  Солныкова С.М.  
Начальник экспериментального цеха \_\_\_\_\_  Закрочинская Т.Л.  
Конструктор \_\_\_\_\_  Строчкова Е.В.  
Технолог \_\_\_\_\_  Щукина И.А.





«УТВЕРЖДАЮ»  
Генеральный Директор  
Корпорации «Школа»  
Пластун А.Б. г. Москва  
22 «марта» 2016 г.

**АКТ  
внедрения результатов исследования антропометрических данных  
школьников разных возрастных групп, анализа потребительских  
предпочтений, конструктивно-технологических особенностей и  
характеристик существующих коллекций школьной формы**

Настоящий акт составлен представителями Корпорации «Школа»: генеральным директором Пластун А.Б., директором по развитию Яремчук Е.Н.

и представителями кафедры «Художественное моделирование, конструирование и технология швейных изделий» ФГБОУ ВПО МГУДТ: зав. кафедрой, д.т.н., проф. Зарецкой Г.П., д.т.н., проф. Петросовой И.А., доц., к.т.н. Фроловой О.А., доц., к.т.н. Гончаровой Т.Л., доц., к.т.н. Илларионовой Т.И., доц., к.т.н. Бутко Т.В., доц., к.т.н. Мезенцевой Т.В., доц., к.т.н. Гетманцевой В.В., аспирантами Саидовой Ш.А., Артеян Л.С., Родичкиной Е.Н., Зерновой В.Ю., Шанцевой О.А., Тутовой А.А., о том, что в период с 29 января 2015 г. по 22 марта 2016 г. в процесс проектирования униформы для школьников внедрены результаты:

- исследования антропометрических данных детей и подростков, охватившие около двух тысяч школьников разных возрастных групп из 12 областей РФ, на основе которых разработаны шкалы распределения типовых фигур мальчиков и девочек разных возрастных групп по размерам и ростам, что необходимо для планирования размерно-ростовочного ассортимента школьной формы;
- анализа потребительских предпочтений, изученных по данным опроса родителей и учителей, что позволило выявить актуальный состав предметов одежды в коллекции школьной формы, предпочтительную



цветовую гамму материалов и оптимальные места продаж школьной формы включая интернет-продажи;

– исследования видов движений и поз школьников, характерных для разных направлений учебной и внеучебной деятельности, которые имеют наибольшее влияние на изменение размерных признаков фигуры в динамике, что позволило рассчитать оптимальные для проектирования эргономичной школьной одежды конструктивные прибавки;

– анализа потребительских требований к количеству предметов одежды, необходимых школьникам разных половозрастных групп, на основе которых разработаны рекомендации по формированию рационального гардероба школьников с учетом уровня доходов;

– анализа и классификации характеристик и конструктивно-технологических особенностей существующих коллекций школьной формы разной стилистической направленности, что позволило усовершенствовать конструкцию и технологию изготовления школьной формы.



Акционерное общество «Сударь»  
(АО «Сударь»)  
Россия, 601911, Владимирская область  
г. Ковров, Еловая ул., д.100  
Тел. (49232) 3-11-12, факс (49232)5-56-45  
E-mail: [sudar@sudarmen.ru](mailto:sudar@sudarmen.ru)  
<http://www.sudarmen.ru/>  
ОКПО 05000909, ОГРН 1023301952992  
ИНН/КПП 3305005714/330501001  
№ 01/584 от 01.06.18.

Акт промышленной апробации  
метода проектирования внешней формы трехмерных манекенов для одежды,  
разработанного Тутовой Анной Анатольевной в диссертационной работе на тему  
«Разработка метода проектирования внешней формы манекена для одежды»

В условиях швейного производства выполнена промышленная апробация, разработанного Тутовой А.А. метода проектирования внешней формы трехмерных манекенов для одежды. Для проверки работоспособности и эффективности метода построены трехмерные виртуальные манекены и изготовлены реальные манекены на индивидуальные фигуры потребителей с учетом толщины пакета материалов пододежного слоя, в зависимости от выбранного потребителем вида одежды.

Проведенные испытания показали целесообразность применения метода проектирования манекенов в промышленном производстве, особенно в процессе изготовления индивидуальной одежды в условиях массового производства.

Использование предложенного метода обеспечивает высокое соответствие внешней формы манекена индивидуальной фигуре заказчика, что приводит к повышению качества посадки швейных изделий на индивидуальную фигуру, повышению удовлетворённости заказчика произведённой продукцией и снижает логистические затраты предприятия при изготовлении одежды по онлайн-заказам.

Генеральный директор

Старший технолог



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2019620408

**Идентификация антропометрических точек и размерных признаков на трехмерной модели женской фигуры**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (RU)*

Авторы: *Тугова Анна Анатольевна (RU), Петросова Ирина Александровна (RU), Андреева Елена Георгиевна (RU), Гусева Марина Анатольевна (RU), Белгородский Валерий Савельевич (RU)*

Заявка № 2019620267

Дата поступления 01 марта 2019 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 15 марта 2019 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2019620487

**Формирование поверхности манекена с учетом толщины  
пододежного слоя**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (RU)*


Авторы: *Тугова Анна Анатольевна (RU), Петросова Ирина Александровна (RU), Андреева Елена Георгиевна (RU), Гусева Марина Анатольевна (RU), Белгородский Валерий Савельевич (RU)*

Заявка № 2019620261

Дата поступления 01 марта 2019 г.

Дата государственной регистрации  
в Реестре баз данных 26 марта 2019 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев

