

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМ. А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)**

На правах рукописи

**САИДОВА ШОИРА АБДУЛАТИФОВНА**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭРГНОМИЧНОЙ**  
**ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

Специальность 05.19.04 «Технология швейных изделий»

Диссертация  
на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
д-р техн. наук, проф.  
Петросова И.А.

Москва – 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧНОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ И ТРЕХМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	12
1.1 Анализ существующего оборудования для проведения антропометрических исследований системы «человек–одежда» с использованием трехмерных и цифровых технологий.....	13
1.2 Систематизация способов изучения системы «человек – одежда» в динамике .....	24
1.3 Анализ и исследование способов формирования размеро–ростовочного ассортимента предприятия и рационального гардероба.....	35
1.4 Анализ конструктивно – технологических средств обеспечения динамического соответствия изделий условиям эксплуатации .....	43
1.5 Формирование концепции проектирования эргономичной одежды на основе применения трехмерных и цифровых технологий.....	47
Выводы по первой главе .....	50
ГЛАВА 2 ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ГАРДЕРОБА ШКОЛЬНИКОВ И РАЗРАБОТКА ШКАЛ ПРОЦЕНТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТСКИХ ФИГУР.....	52
2.1 Характеристика целевой группы потребителей и исходные данные для проведения антропометрических исследований .....	53
2.2 Формирование рационального гардероба школьника с учетом уровня дохода семьи .....	55
2.3 Антропометрические исследования детей школьного возраста г. Москвы и Московской области .....	68
2.4 Разработка шкал процентного распределения типовых фигур детей школьного возраста для промышленного производства одежды .....	70
Выводы по второй главе .....	86
ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ФИГУР В ДИНАМИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	87
3.1 Исследование системы «Человек-одежда» с учётом учебной и внеучебной деятельности школьников .....	88
3.2 Исследование и разработка классификации характерных движений школьников, определяющих эргономические параметры школьной одежды ...	91

3.3 Разработка системы трехмерного сканирования на основе сенсора <i>Microsoft Kinect</i> .....	96
3.4 Разработка устройства для контроля положения конечностей и определения количественных акустических данных при проведении измерений в динамике	103
3.5 Исследование изменений размерных признаков в динамике с помощью трехмерных и цифровых технологий.....	108
Выводы по третьей главе.....	120
<b>ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧНОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	<b>122</b>
4.1 Проектирование одежды на основе обоснованной информации о динамических изменениях размерных признаков.....	124
4.2 Практическая реализация метода проектирования эргономичной одежды с использованием трехмерных и цифровых технологий.....	131
4.3 Оценка экономической эффективности от внедрения разработанного метода на основе прогноза демографической ситуации в РФ .....	135
Выводы по четвертой главе.....	141
<b>ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ</b> .....	<b>142</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	<b>145</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>160</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Проектирование эргономичной одежды, как в России, так и за рубежом основано на разнообразных исследованиях системы «Человек–одежда–среда». Практически всегда исследователи изучают виды движений, совершаемые во время выполнения профессиональных обязанностей, или бытовой деятельности, выделяют из них наиболее значимые, составляют программу измерений размерных признаков в статике и динамике, определяют динамический эффект и производят перерасчёт конструктивных прибавок.

Перечисленная последовательность работ требует масштабных антропометрических исследований, выполненных для большого количества людей, относящихся к одной группе, требует больших затрат времени и ресурсов. Однако благодаря развитию цифровых и трехмерных (3D) технологий существует возможность привлечь потребителя к процессу совершенствования конструкций одежды. Существующий уровень развития техники обуславливает актуальность и необходимость разработки метода проектирования эргономичной одежды с использованием 3D и цифровых технологий на основе принципов *«массовой кастомизации»*.

Практически любое современное швейное производство использует САПР одежды, в которых процесс проектирования переведён в цифровой формат. В то же время потребитель ежедневно применяет в повседневной жизни умные устройства – телефоны, смартфоны, планшеты и т.п. Такие устройства предоставляют пользователю возможность провести сканирование фигуры, контролировать и измерять показатели жизнедеятельности человека или эффективность выполняемых работ и действий. Следовательно, получаемая с помощью мобильных устройств информация может быть адаптирована и интегрирована в систему проектирования одежды предприятия–производителя, что позволит усовершенствовать процесс проектирования одежды, повысить

удовлетворённость населения выпускаемой одеждой, спрос и соответственно эффективность швейного производства.

Такое взаимодействие позволит производителю аккумулировать запросы потребителей и оперативно воплощать их в промышленных коллекциях, представлять коллекции широкому кругу потребителей в интернет–среде, а потребитель получит возможность принять участие в проектировании будущего изделия и получить изделие высокого качества, отвечающее индивидуальным требованиям.

**Степень научной разработанности проблемы.** Вопросами изучения антропометрических характеристик занимается большое количество ученых во всем мире. Российская антропометрическая школа сложилась в 30–х годах прошлого века, когда В.В. Бунаком и Р. Мартином были предложены методики антропометрических исследований и инструменты, которыми пользуются до сих пор во всем мире и впервые разработаны стандарты для изготовления предметов личного пользования: одежды, обуви и др. В конце прошлого века на территории СССР и стран Восточной Европы были осуществлены системные антропологические исследования всего населения, установлены географические особенности строения тела, предложены методы размерной антропологической стандартизации, разработана размерная типология населения стран–членов СЭВ. Массовые антропометрические исследования населения с помощью современных методов проведены на Тайване (*I.F. Leong et al.*, 2007), в Турции (*A. Vuruskan et al.*, 2011), в Оклахомском государственном университете (*A. Petrova, S.P. Ashdown*, 2012), в Германии (*E.C. Hlaing et al.*, 2013). Следовательно, задача обновления размерных стандартов и разработка шкал процентного распределения типовых фигур является актуальной и требует проведения периодических массовых исследований населения.

Если первые исследователи оперировали контактными методами, то с течением времени в лёгкую промышленность стали проникать современные технологии. Методы фотограмметрии применены в работах О.В. Покровской, Е.Ю. Кривобородовой (МГУДТ, 2003), Н.Н. Раздомахина и др. (СПбГУТД, 2005),

современные оптические технологии использовали В.П. Чернов и др. (СПбГУТД, 2003), Е.Г. Андреева, А.И. Мартынова и др. (МГУДТ, 2005), Н.Л. Корнилова, В.Е. Кузьмичев и др. (ИГТА, 2009). Огромное количество зарубежных научных, прикладных и исследовательских институтов разрабатывает и применяет современные системы 3D сканирования, в частности Техасский университет Остина, Университетский колледж Лондона и Лондонский колледж моды, Национальный институт измерений Великобритании. Первая российская система 3D сканирования разработана И.А. Петросовой и Е.Г. Андреевой (МГУДТ, 2010).

Широко применяют 3D сканирование и в пользовательских устройствах: телефонах, планшетах, смартфонах, игровых приставках. В настоящее время разработкой устройств 3D сканирования занимаются в Австралии (*DAVID 3D Solutions GbR*), Германии (*Creaform Inc.*), Италии (*Open Technologies Srl*), Канаде (*Dental Wings inc.*), Китае (*SHINING 3D TECH, ZBot*), России (*RangeVision, Texel, Artec Group*), США (*3D Systems*), Франции, Швейцарии (*Leica Geosystems*), Японии (*Roland DGA Corporation*). Однако на настоящий момент отсутствует способ применения информации, получаемой с помощью мобильных устройств в производственном процессе проектирования одежды.

Методы разработки эргономичной одежды совершенствовались и разрабатывали такие ученые, как Е.Б. Коблякова (МТИЛП, 1976–79), Е.Я. Сурженко (СПбГУТД, 2001), В.Ц. Раднатаров, С.В. Павлова (ВСГТУ, 2002), вопросы оценки качества посадки поднимали Л.П. Шершнева (РосЗИТЛП, 1985), Т.В. Медведева (МГУС, 2005). Следует отметить и ряд зарубежных ученых. Исследователями Хорватии (*Z. Dragcevic, S.F. Rogale, 2001*) предложено изучать влияние движений на конструктивные параметры одежды с помощью 3D видеозаписи, немецкими исследователями разработан «костюм» из датчиков, китайскими учеными (*H. Honglun, S. Shougian, P. Yunhe, 2007*) и французскими исследователями (*G. DeMagistris, A. Micaelli et al., 2013*) разработаны виртуальные манекены повторяющие позы и движения человека, шведскими учеными (*G. Backstrand, D. Horberg et al., 2007*) разработана программа «BUMS», которая оценивает эргономичность рабочего места. Однако, большинство

предлагаемых подходов требуют масштабных исследований, выполненных для большого количества людей, относящихся к одной группе. Следовательно, актуально предложить метод проектирования эргономичной одежды, в котором потребитель с помощью цифровых и 3D технологий, реализованных в пользовательских мобильных устройствах, сможет интегрировать в систему проектирования одежды предприятия–производителя данные о динамических характеристиках своей фигуры.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является разработка нового метода проектирования эргономичной одежды, основанного на аккумуляции и интеграции антропометрической информации о потребителе, полученной с помощью современных систем 3D сканирования в промышленный цикл предприятия, что обеспечит совершенствование процесса проектирования швейных изделий и повысит удовлетворённость населения соразмерностью и качеством посадки выпускаемой одежды.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие **задачи**:

- изучены и систематизированы существующее оборудование и способы проведения антропометрических исследований системы «человек – одежда» в статике и динамике, основанные на 3D и цифровых технологиях;
- проанализированы существующие способы проектирования эргономичной одежды;
- разработана концепция проектирования эргономичной одежды на основе применения 3D и цифровых технологий;
- исследованы способы формирования размеро–ростовочного ассортимента предприятия и рационального гардероба на основе массового маркетингового опроса;
- проведены массовые антропометрические исследования фигур детей школьного возраста;
- выделены виды деятельности школьников и значимые размерные признаки, подверженные изменению в процессе выполнения движений, влияющие на конструктивные характеристики одежды;

- разработана методика проведения бесконтактных измерений фигуры человека в динамике с помощью системы 3D сканирования;
- апробированы и внедрены предлагаемые решения в промышленности.

**Объектом исследования** является процесс проектирования внешней формы и конструкции эргономичной одежды для детей школьного возраста.

**Предметом исследования** являются индивидуальные и условно – типовые фигуры детей в статике и в динамике, а также методики проектирования эргономичной одежды.

**Область исследования.** Работа соответствует паспорту ВАК научной специальности 05.19.04 по областям исследований «Совершенствование процесса и методов проектирования одежды на основе использования рациональной размерной типологии населения, требований ЕСКД и широкого применения современной вычислительной техники» и «Совершенствование методов оценки качества и проектирование одежды с заданными потребительскими и технико – экономическими показателями».

**Методы исследования.** В теоретической части использованы методы маркетинговых исследований и статистической обработки данных. В экспериментальной части работы использованы антропометрические контактные и бесконтактные методы измерения фигуры человека. На отдельных этапах работы использовались программы *Microsoft Excel*, *AutoCAD 2005*; для моделирования 2D моделей фигур человека – *DAZ Studio*, *Mervalous Designer*, *Photoshop*. Построение и редактирование 3D объектов в статике и динамике выполнено с помощью программ *ReconstructMe*, *Meshlab*, *SketchUp*. Сканирование, измерение РП, анализ и визуализация 3D моделей фигуры производились с помощью бесконтактного измерительного комплекса с программным приложением *SizeReader*, разработанным в РГУ им. А.Н. Косыгина.

**Автор защищает:**

- обновленную систему размеров и ростов для проектирования детской одежды, шкалы процентного распределения детских фигур и методический подход для формирования перспективного ассортимента предприятия с учетом

фактической обеспеченности потребителей предметами одежды и уровня дохода населения;

- методику проведения 3D сканирования фигур с помощью разработанной системы на основе сенсора *Microsoft Kinect* и новое устройство для контроля положения конечностей, а также определения количественных акустических данных при проведении измерений в динамике;
- методику построения трансформируемой одежды, в которой определение конструктивных параметров происходит на основе разработанной базы данных динамических эффектов фигур школьников, полученной с помощью 3D сканирования;
- метод проектирования эргономичной одежды на основе применения цифровых и 3D технологий для аккумуляции и интеграции антропометрической информации о потребителе в процесс проектирования предприятия, что позволит в режиме реального времени формировать ассортимент предприятия, предлагать потребителю продукцию, соответствующую его запросу и антропометрическим характеристикам.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в разработке:

- методического подхода для формирования перспективного ассортимента предприятия на основе фактической обеспеченности потребителей предметами одежды и с учетом уровня дохода населения;
- информационно – технической модели системы 3D сканирования с применением сенсора *Microsoft Kinect* и нового устройства для контроля положения конечностей и определения количественных акустических данных при проведении измерений в динамике;
- метода проектирования эргономичной одежды, основанного на адаптации и интеграции информации, получаемой с мобильных устройств в систему автоматизированного проектирования одежды предприятия-производителя.

**Теоретическая значимость** работы заключается в разработке метода проектирования эргономичной одежды на основе применения цифровых и 3D технологий для аккумуляции данных о распределении групп потребителей и их

ожиданиях, а также интеграции антропометрической информации о потребителе в процесс проектирования предприятия, что позволит в режиме реального времени формировать ассортимент предприятия, предлагать потребителю продукцию соответствующую его запросом и антропометрическим характеристикам, сократить сроки выхода на рынок новой продукции и повысить удовлетворенность потребителей соразмерностью и качеством швейных изделий.

#### **Практическая значимость диссертации состоит в разработке:**

- обновленной системы размеров и ростов детского населения, уточнённых шкал процентного распределения фигур детей по данным выполненного массового антропометрического исследования;
- методики проведения 3D сканирования фигур с помощью разработанной системы и устройства в статике и динамике;
- базы данных динамических эффектов для значимых размерных признаков, влияющих на изменение конструктивных параметров одежды;
- методики построения трансформируемой одежды, учитывающей изменение размерных признаков в динамике.

**Апробация и внедрение результатов исследования.** Основные положения диссертационной работы представлены, обсуждены и одобрены на XI международной научно – технической конференции «*Aktuální vymoženosti vědy–2015*» (Прага, 2015), 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, 2015), V международной научно – практической конференции «Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук» (Прага, 2015).

Результаты исследования проверены в условиях промышленных предприятий, что подтверждено актами внедрения. Апробация в условиях АО «Корпорация Школа» и ООО «Униформа», подтвердила, что применение метода способствует повышению удовлетворенности потребителей продукцией

конкретного производителя, росту продаж выпускаемой продукции и соответственно эффективности швейного производства.

**Достоверность результатов и проведенных исследований** обусловлена достаточным объемом выборок статистических исследований, применением современных методов исследования и специализированных программных продуктов для обработки их результатов, апробацией основных положений диссертации в научной периодической печати, на конференциях, также апробацией результатов в производственных условиях и учебном процессе и актами внедрения.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе семь статей в журналах, рекомендованных ВАК, три статьи в материалах различных научных конференций, одна статья в сборнике научных трудов, получен патент на изобретение «Трансформируемая одежда», зарегистрированы две базы данных.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по главам и работе в целом, библиографического списка, включающего 159 наименований, 9 приложений, содержит 41 таблицу и 61 рисунок. Объем работы составляет 159 страниц текста без учета приложений.

## **ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧНОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ И ТРЕХМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Руководство страны чётко сформулировало задачи, стоящие перед научным сообществом и производителями в лёгкой промышленности, заключающиеся в техническом перевооружении, освоении системных информационных технологий и производстве конкурентоспособной наукоёмкой продукции мирового уровня [13].

Для решения вышеуказанных задач со стороны производителя изделий лёгкой промышленности необходимы быстрое реагирование на запросы потребителей, обеспечение высокого качества посадки одежды, организация интерактивного взаимодействия производителя одежды и потребителя. В свою очередь потребитель все больше времени проводит в виртуальной среде. В используемых потребителем умных устройствах – телефонах, смартфонах, планшетах и т.п., зачастую реализована возможность получить как высококачественную трёхмерную модель собственной фигуры, так и контролировать, и измерять показатели жизнедеятельности человека или эффективность выполняемых работ или действий. Получаемая с помощью таких устройств информация может быть легко адаптирована и интегрирована в систему проектирования одежды предприятия–производителя, что позволит усовершенствовать процесс проектирования одежды, повысить удовлетворённость населения выпускаемой одеждой, спрос и соответственно эффективность швейного производства.

Такое совпадение потребностей и возможностей потребителей и производителей делает актуальной задачу разработки метода проектирования эргономичной одежды с использованием современных цифровых и 3D технологий, так как позволит обеспечить эффективное проектирование одежды высокого качества за счёт сокращения затрат времени на разработку проектно –

конструкторской документации и обеспечит высокие эргономические показатели одежды.

### **1.1 Анализ существующего оборудования для проведения антропометрических исследований системы «человек–одежда» с использованием трехмерных и цифровых технологий**

Широко известны разнообразные классификации способов проведения антропометрических исследований, приведённые в работах Е.В. Кузьмичева, М.В. Киселевой, Е.В. Курбатова, И.А. Петросовой, Е.Г. Андреевой и др. [35, 58, 59, 85, 86] в которых происходит их разделение на контактные (традиционные) и бесконтактные. Традиционная методика антропометрических исследований предложена в 1927 – 31 гг. В.В. Бунаком и Р. Мартином. Методика позволяет получить антропометрические размеры тела в статике, с минимальным количеством одежды с помощью антропометрических инструментов [41], таких как антропометр Мартина, толстотный циркуль, сантиметровая лента. Ориентирами для правильного антропометрического исследования и идентификации размерных признаков тела являются антропометрические точки. В дальнейшем методики антропометрических и морфофизиологических исследований были развиты Н. Волянским, Н.С. Смирновой и Т.П. Шагуриной [44, 53, 68].

Недостатками контактного метода измерений являются: невысокая точность, обусловленная деформацией мягких тканей от контакта с измерительным инструментом, продолжительность и трудоёмкость проведения обмеров.

Бесконтактные способы для ввода или считывания информации о форме фигуры используют внешние специализированные устройства следующих видов: ультразвуковые, лазерные, электромагнитные, механические, оптические. Практически все из них на настоящий момент называют системами 3D

сканирования фигуры человека или бодисканерами. Бодисканер – измерительный комплекс для получения оцифрованных копий поверхности человеческих фигур путем генерации виртуального облака из близко расположенных точек. Сканированная фигура на экране монитора отображается в виде точечных, полигональных, поверхностных и твердотельных 3D моделей (рис.1.1).

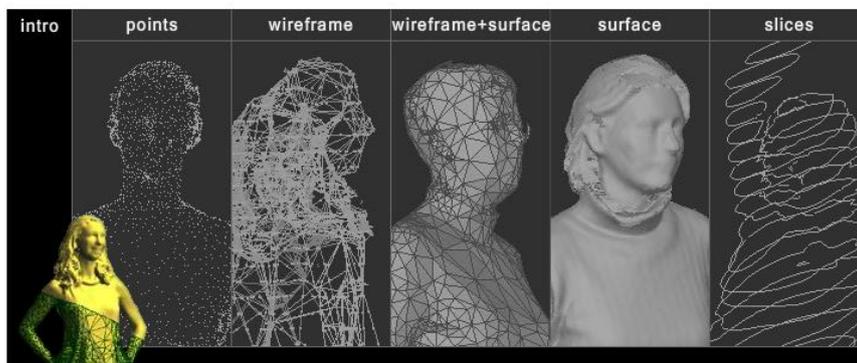


Рисунок 1.1 – Режимы визуализации сканированных фигур [143]

В настоящее время разработкой устройств 3D сканирования занимаются в Австралии (*DAVID 3D Solutions GbR*) [141], Бельгии (*4DDynamics Bvba*) [137], Великобритании (*FARO Technologies UK Ltd*) [144], Германии (*CreaformInc., GOM mbH*) [140, 145], Италии (*bq, Open Technologies Srl*) [139, 147], Канаде (*Dental Wings inc.*) [142], Китае (*SHINING 3D TECH, ZBot*) [151, 157], Корее (*Solutionix CORP*) [153], Польше (*SMARTTECH 3D*) [152], России (*Artec Group, Range Vision, Texel*) [138, 148, 154], США (*3D Systems, Trimble Navigation Limited*) [136, 155], Тайване (*XYZprinting*) [156], Франции, Швейцарии (*Leica Geosystems*) [146], Японии (*Roland DGA Corporation*) [150].

Современные системы сканирования кроме определения размерных характеристик предоставляют пользователю возможность исследовать сечения, площадь поверхности и объём сканированной фигуры. Благодаря получаемому с помощью систем 3D сканирования объёму информации были разработаны новые способы решения проблем, связанных с проектированием и оценкой качества одежды. Обзор зарубежных и российских научных работ показывает, что исследования с применением систем 3D сканирования наиболее активно проводятся по следующим направлениям:

- определение антропометрических характеристик, анализ и классификация внешней формы фигуры;
- исследование изменений размерных признаков тела в динамических позах;
- оценка качества посадки швейных изделий;
- определение соответствия размеров готовой одежды различных производителей размерам индивидуальной фигуры (виртуальная примерка);
- «массовая кастомизация» швейного производства.

В настоящий момент для решения перечисленных выше задач лёгкой промышленности активно применяются более 16 профессиональных систем 3D сканирования, которые подробно описаны и проанализированы в монографии Е.Г Андреевой и И.А Петросовой [49].

Рассмотрим тенденции развития современных систем, которые легко адаптировать в структуру предприятия легкой промышленности.

#### ***Современные 3D сканеры для профессионального пользования.***

Стационарные портативные системы сканирования (*Faro Focus 3D, Artec L*) создают цифровые модели окружающего пространства и предметов (рис.1.2). Имеют средние габариты и вес от 2,3 (*Artec L*) до 15кг (*d-STATION*). Установка оборудования может занять до часа.



**Рисунок 1.2 – Внешний вид сканеров для оцифровки крупных объектов *Faro Focus 3D* и *Artec L***

Следующая группа портативных 3D сканеров, которые могут применяться в легкой промышленности – ручные сканеры (рис. 1.3). Расстояние до объекта во время сканирования варьируется от 0,4 до 1 метра. Устройства имеют маленький вес 0,85кг (*Handy SCAN 300, Spider, Artec Eva*) – 2,0кг (*OptiNumRE*). Новейшие 3D

– сканеры позволяют получать изображение в цвете (*VIUscan (ZScanner 700 CX)*, *Artec Eva, REVscan (ZScanner 700)*).

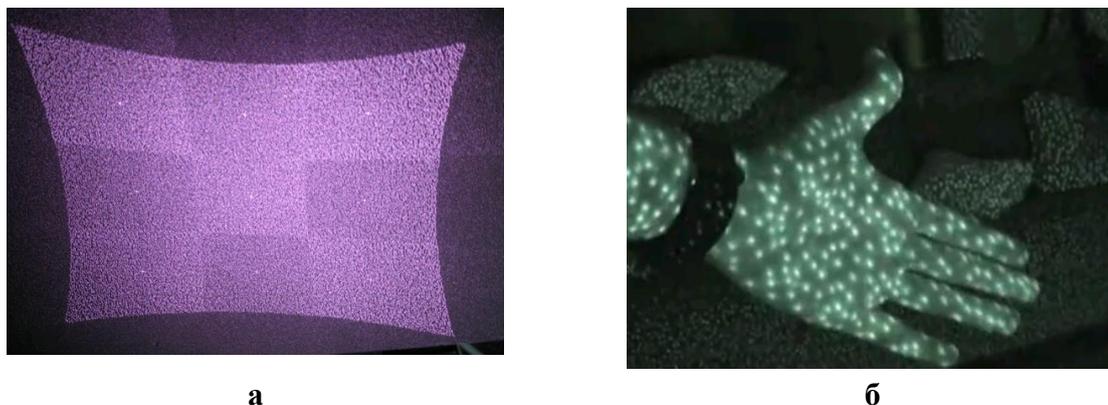


**Рисунок 1.3 – Сканирование фигуры ручным сканером**

Системы сканирования *Artec Spider, Sense 3D* обладают возможностью считывания текстуры, устройства *FARO Focus3D X330, Trimble VX* оснащены встроенным приемником GPS. Выходные данные экспортируются в широком количестве форматов, включая стандартные файлы *STL* и *OBJ* и такие как *WRL, RAW, IGES, BRE, PLY, VRML, ASC, ASCII*.

Достоинствами профессиональных устройств *3D* сканирования являются наличие специального программного обеспечения, высокая точность сканирования. Недостатком являются высокая стоимость оборудования и программного обеспечения, сложность установки аппаратуры для стационарных систем, необходимость дополнительного обучения специалистов.

**Системы сканирования, основанные на сенсорах.** Альтернативой дорогим системам *3D* сканирования могут стать сенсоры *Microsoft Kinect, Kinect 2.0, Prime Sense* и *Asus Xtion*. В состав систем *Kinect, Prime Sense, Asus Xtion* как правило входят один инфракрасный лазерный излучатель, одна инфракрасная камера и видеочкамера *RGB*. Лазерный излучатель в невидимом инфракрасном диапазоне проецирует на объект, изображение эталонной сетки (рис. 1.4, а), которое хранится в памяти программного обеспечения устройства. Инфракрасная камера считывает изображение объекта, покрытое точками (рис. 1.4, б) и соотносит его с эталонным изображением, благодаря чему появляется возможность рассчитать координаты объекта в пространстве и построить его *3D* модель.



**Рисунок 1.4 - Принцип действия систем *Kinect*, *Prime Sense*, *Asus Xtion***

При сравнении облака точек, полученных устройством *Kinect* и облака точек, полученных лазерным сканером *FARO LS880*, выявлено, что расхождения незначительные и на периферии могут составлять около 5мм, также доказано, что плотность точек, получаемых с помощью *Kinect* имеет тот же масштаб, как облако точек лазерного сканера [114]. Сравнительные характеристики устройств, основанных на принципе действия инфракрасных камер приведены в таблице 1.1.

Характеристики перечисленных сенсоров схожи и базируются на технологии распознавания движений. *Kinect 2.0* является обновлением камеры *Kinect*. Оба устройства имеют *RGB* камеры и *3D* инфракрасные сенсоры. Увеличилось фокусное расстояние до объекта от 3,5м до 4,5м. Также улучшилось качество видео – *VGA* (1920×1080), при оставшейся частоте кадров 30fps. Аналогами сенсоров *Kinect Microsoft* являются сенсоры *CARMINE 1.08* от *Prime Sense* и *ASUS XtionPro*. Камеры имеют небольшие габариты – 18×3,5×5см. Сенсор от *Prime Sense* имеет хорошее качество видео *VGA* (1280x960) при частоте снимков 30fps и работает на близких расстояниях 0,35 – 1,4м. Радиус расстояния *ASUS XtionPro* несколько больше – 0,8 – 3,5м, однако качество видео составляет 640×480px. В настоящее время сооснователь *Microsoft Kinect* – компания *Prime Sense*, принадлежит компании *Apple*. Однако продукт *ASUS* гораздо компактнее *Microsoft Kinect*, так как в нём отсутствует *RGB* – камера. Форматы вывода данных аналогичны профессиональным системам *3D* сканирования, включая стандартные *OBJ*, *PLY*, *STL*. Таблица 1.2 отражает полный перечень существующих дополнительных сканирующих систем, подключаемых к мобильным устройствам телефонам, планшетами, смартфонами.

Таблица 1.1 – Устройства с технологией трехмерного сенсорного распознавания

Модель	Внешний вид устройства	Характеристики			
		Частота кадров /сек	Фокусное расстояние, м	Разрешение видео	Системная поддержка
<i>Microsoft Kinect</i>		30	1,2 – 3,5	VGA (640x480)	<i>Windows 7, Windows 8</i>
<i>Kinect 2.0</i>		30	0,5 – 4,5	VGA (1920x1080)	<i>Windows 8 или 8.1, Windows Embedded 8 или Windows 10</i>
<i>CARMINE 1.08</i>		30	0,35 – 1,4	VGA (1280x960)	<i>Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8, Mac OSX, Ubuntu 12.04</i>
<i>ASUS XtionPro</i>		30	0,8 – 3,5	VGA (640x480)	<i>Windows 32/64-bit: XP, Vista, Windows7; Linux Ubuntu 10.10:X86, 32/64 bit</i>

**Смарт технологии трехмерного сканирования для мобильных устройств.** К перспективным разработкам в области 3D сканирования можно отнести технологии построения 3D моделей объектов или окружающего пространства с помощью мобильных устройств. Такие технологии предусматривают как применение дополнительных аксессуаров, создающих 3D модели, так и представляют собой специализированные программные приложения, которые позволяют использовать камеру мобильного устройства для получения исходной информации об объекте и позволяют оперативно создавать 3D модели различных объектов.

**Технология сканирования мобильным устройством с применением дополнительных аксессуаров.** На рынке известно достаточно большое количество специальных сканирующих устройств, которые подключаются к любому смартфону (планшету), работающему на операционной системе *iOS*, *Android* или *Windows*. Такое устройство, как правило, представляет собой фото-видео камеру, совмещённую с датчиками глубины или с инфракрасной камерой (*Structure Sensor*, *Microsoft LifeCam*). Такой дополнительный аксессуар производит считывание информации об объекте, которая после захвата изображения обрабатывается специализированным ПО и отображается на экране мобильного устройства. Как правило, модели оцифровываются в цвете и сохраняются в стандартных форматах (*PTS*, *PTX*, *PLY*) для экспорта полученных 3D моделей в специализированные системы автоматизированного проектирования.

Сканирующие аксессуары могут соединяться с мобильными устройствами через порт *USB* (*Eye-Plug*, *Bevel*), аудио разъем (*Bevel*) или шнур (*iSense*, *Structure Sensor*) и имеют дополнительные приспособления для крепления на телефоне/планшете (*Dot Product DPI – 7*, *pmd pico flexx*). В то же время возможно, как крепление аксессуара на мобильном устройстве, так и встраивание его внутрь устройства (Система *Capri 3D* от *Prime Sense*).

Таблица 1.2 – Сводный перечень дополнительных сканирующих аксессуаров к мобильным устройствам

Устройство/ Производитель	Внешний вид	Характеристики			
		Фокусное расстояние, м	Скорость сканирования, кадров/сек	Разрешение камеры, [pixel x pixel]	Поддерживаемые устройства:
<i>Structure Sensor/ Occipital</i>		0,4 – 3,5	30/60	VGA (640 x 480)	<i>iPhone 6, iPhone 6+, iPad Air, iPad 2 Air, iPad мини с Retina дисплеем</i>
<i>iSense/3D Systems</i>		0,4 – 3,5	30	VGA (640 x 480)	<i>iPad Air, iPad 2 Air, iPad мини с Retina дисплеем или iPad с Retina дисплеем, iPadPro 9.7 и iPadPro 12,9</i>
<i>Dot Product DPI-7/ Dot Product LLC</i>		0,6 – 4,0	30	VGA (640 x 480)	<i>Android 4.4, Android 4.2 и Windows 7</i>
<i>Eora 3D/Eora 3D</i>					<i>iOS, Android</i>
<i>Eye – Plug/Weeview</i>		1,0 – 5,0	30	диафрагма F / 2.0	<i>Android версии 4.4 и выше</i>
<i>Bevel/ Matter and Form</i>					<i>Android или IOS устройства</i>
<i>Microsoft LifeCam/ Pmd pico flexx/Scandy</i>			220		
<i>Capri 3D/Prime Sense</i>		До 4,0	45		<i>Android или IOS устройства</i>
					<i>Планшеты, ноутбуки, мобильные телефоны, телевизоры</i>

Проведён анализ характеристик, получаемых с помощью описанных сенсоров данных. Анализ показывает, что существующие устройства незначительно отличаются друг от друга такими показателями как рабочее фокусное расстояние, разрешение получаемых изображений, скорость сканирования и поддерживаемые операционные системы.

Факт наличия широкого ассортимента дополнительных сканирующих систем доказывает актуальность выдвинутой автором рабочей гипотезы о необходимости разработки метода проектирования эргономичной одежды с применением современных информационных и *3D* технологий, когда потребитель активно в режиме онлайн взаимодействует с производителем и самостоятельно определяет данные о поверхности фигуры, а также доказывает возможность практического внедрения такого метода в производство эргономичной высококачественной одежды.

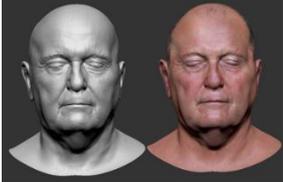
***Мобильные приложения.*** Активно развиваются и широко востребованы потребителями мобильные приложения для *3D* сканирования – программные технологии, которые позволяют в режиме реального времени выполнять построение *3D* моделей, а затем и *3D* моделирование на мобильных потребительских устройствах, без каких-либо дополнительных аппаратных средств или облачных сервисов. Мобильные приложения могут устанавливаться как на обычные смартфоны, так и на специально – разработанные мобильные устройства (*Tango*).

В таблице 1.3 приведён перечень существующих мобильных приложений, доступных для использования на мобильных устройствах. Перечисленные приложения хорошо адаптированы и отработаны для перевода в цифровой формат простых объектов.

Существуют приложения, предназначенные для отслеживания состояния здоровья (*BodyRecog*), в котором технологию сканирования применяют для отслеживания жировой массы и исследования формы тела человека. Некоторые производители предлагают функцию совмещения виртуальной реальности с реальными объектами, так, например, после визуализации модели в приложении

*Tango*, смартфон может постоянно определять своё местоположение и совмещать виртуальные объекты с реальными объектами окружающей действительности, производить измерения.

**Таблица 1.3 – Перечень мобильных приложений для трехмерного сканирования и моделирования**

Технология/Разработчик	Внешний вид	Поддерживаемые устройства и операционные системы
1	2	3
<i>3D Around</i>		<i>iOS 8</i>
<i>Astrivis/Eidgenössische Technische Hochschule Zürich</i>		
<i>Autodesk 123D Catch/Autodesk</i>		
<i>BodyRecog/Metrics Inc.</i>		
<i>Mo3dLS/Apple</i>		<i>iOS, Android</i>
<i>Mobile Fusion/ Microsoft</i>		
<i>Moedls</i>		<i>IOS, Android</i>
<i>Real Sense/ Intel</i>		
<i>Rendor/ Replica Labs</i>		<i>iOS, Android</i>
<i>Tango/Google</i>		<i>Lenovo Phab 2 Pro, Asus ZenFone AR</i>

Технология/Разработчик	Внешний вид	Поддерживаемые устройства и операционные системы
<i>Seene/Obvious Engineering</i>		
<i>Shapematic/Floaty</i>		
<i>TRNIO/Apple</i>		iOS

Проанализированный спектр средств трехмерного сканирования обширен и разнообразен (рис. 1.5). Автором предложена классификация рассмотренных систем, способов, устройств и приложений с выделением их на **профессиональные системы**, требующие высоких затрат на оборудование и программное обеспечение для 3D сканирования и **смарт – технологии**, отличающиеся доступностью для потребителя за счет незначительного снижения качества получаемых 3D моделей.

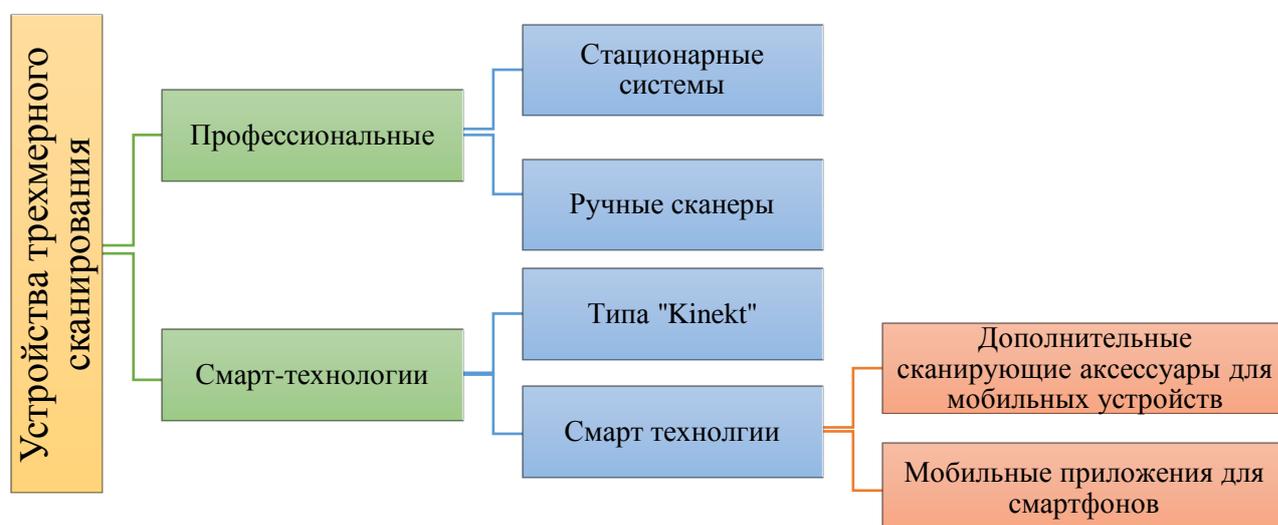


Рисунок 1.5 – Классификация систем трехмерного сканирования

Профессиональные устройства обеспечивают высокую точность и качество сканирования, однако отличаются высокой стоимостью и больше подходят для профессионального пользования. Более доступными вариантами являются сенсоры типа *Kinect* и смарт системы. Они доступны для потребителя и просты в использовании. Выявлено, что производители снизили требования к точности, получаемой *3D* модели и ее соответствия реальному объекту, однако постарались обеспечить ценовую доступность и интуитивно – понятный потребителю интерфейс. «Программные» *3D* модели значительно уступают в качестве и детализации «аппаратным» из-за отсутствия специализированных считывающих устройств или датчиков глубины.

Проведенный обзор существующих способов получения информации с использованием технологии *3D* сканирования свидетельствует о прорывных темпах развития информационных технологий в этой области. Активное развитие смарт-технологий доказывает актуальность выделенного автором направления по проектированию эргономичной одежды на основе данных, полученных непосредственно от потребителя, подтверждает необходимость разработки метода проектирования одежды на основе современных *3D* технологий и широкие возможности для его применения в лёгкой промышленности.

## **1.2 Систематизация способов изучения системы «человек – одежда» в динамике**

Разносторонние исследования системы «человек–одежда» в динамике продолжаются на протяжении более чем 150 лет, результаты таких исследований находят широкое применение на практике в эргономике, медицине, физкультуре и спорте, и конечно, в легкой промышленности. В качестве *способов исследований* особенностей фигуры человека используются описательные и измерительные методы, называемые соответственно «*антропоскопия*» и «*антропометрия*».

Научное и систематическое начало изучению физических особенностей людей в России положено в 1864г. в Москве, когда проф. А.П. Богдановым организован Антропологический отдел Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ), а затем его преемниками Д.Н. Анучиным и В.В. Бунаком в 1919г. создана кафедра антропологии МГУ, а в 1922г. – Институт антропологии [61]. К 1940–м гг. создана российская антропологическая школа, разработаны теории о физическом строении и развитии человека, об индивидуальной изменчивости, о пропорциях, конституции и форме тела, о связях размеров тела между собой, о закономерностях роста [18, 20].

Все большее развитие получают исследования, проводимые на стыке наук, так как именно они носят прикладной характер и активно используются в области клинической медицины, физической культуры и спорта и др. [46, 79]. Масштабные исследования проведены М.Ф. Иваницким по изучению движений человеческого тела [32]. В России Э.Г. Мартиросовым, Б.А. Никитюком и А.А. Гладышевой [42, 45] в 80–х годах прошлого века заложены основы спортивной антропологии и морфологии и развиваются современными исследователями [38, 57]. Именно эти исследования значимы для изучения и разработки показателей здоровья, профилактики и лечения заболеваний, для эргономики [105], восстановительной и спортивной медицины [106], для проектирования лечебной одежды.

В легкой промышленности первооткрывателем в проведении комплексных исследований взаимодействия фигуры человека и одежды в динамике считается Е.Б. Коблякова (МТИЛП, 1976–79), в работах которой использованы методы контактной инструментальной оценки уровня комфорта человека в одежде.

В работах [33, 54] предложены способы количественной оценки качества одежды в динамике путем использования зажимов для измерения глубины складок, приспособлений для замера отклонения нижних точек края борта полочки, боковых швов или среднего шва спинки от вертикального положения, а также способ оценки динамического соответствия готовых плечевых изделий по

двум показателям: размах движения рук одетого человека и степень перемещения низа изделия при подъеме рук.

Для измерения и оценки показателей качества плечевых изделий, разработаны устройства Е.Б. Булатовой, Е.Б. Кобляковой и В.В. Размахниным [33, 130, 132]. Однако, предлагаемые способы и устройства недостаточно объективны т.к. величина углов размаха рук человека определяются контактным способом кроме того устройство не позволяет фиксировать перемещение одежды относительно тела человека в каждый отдельный момент совершения движения.

Для оценки влияния на качество конструкции швейных изделий таких факторов как величина и распределение припусков, конструкция и покрой рукава, толщина пакета одежды, физико–механических характеристик материалов предложены способы [131, 134] в которых манекен с подвижными руками соединён с тензодатчиками и регистрирующим прибором. Предложенные способы оценивают качество изделия в динамике по разности величин усилия подъема рук с изделием и без изделия.

Для определения состояния организма человека в одежде, т.е. внутреннего динамического соответствия одежды фигуре человека еще в прошлом веке Е.Б. Кобляковой разработан способ и установка [133] которые позволяют изучать динамику изменения давления одежды на тело человека, с помощью датчиков давления, соединенных с регистрирующим прибором.

Таким образом, анализ патентной литературы показывает, что измерение деформаций материалов в одежде производят целым рядом методов: непосредственного измерения, методом нитки, механическим, поляризационно–оптическим, хрупких покрытий, акустическим, пьезоэлектрическим, электротензометрическим [62]. Такие объективные методы анализа системы «человек–одежда» в динамике требуют большого количества вспомогательной аппаратуры и больших затрат времени на проведение эксперимента, а также устарели по сравнению с существующими 3D технологиями.

В той или иной степени, изучением системы «человек–одежда» в динамике занимались такие ученые как Л.П. Шершнева (РосЗИТЛП, 1985), П.П. Кокеткин,

М.В. Сафронова, Т.Н. Кочегура (ЦНИИШП, 1989), Т.В. Медведева (МГУС, 2005), проблемой эргономического соответствия одежды – Е.Я. Сурженко (СПбГУТД, 2001), В.Ц. Раднатаров, С.В. Павлова (ВСГТУ, 2002).

В зарубежных научных журналах широко представлены работы ученых, работающих в этом направлении, в Британском текстильном институте (*J. Fan et al.*, 2004), Австралийском технологическом университете Суинберна (*J. Grundy*, 2008), в Корнуэльском университете (*S. Loker et al.*, 2005), Шанхайском университете Донхуа (*J.H. Xu et al.*, 2008), Институте текстиля и одежды Гонконгского политехнического университета (*S. Zhu et al.*, 2013), в Департаменте швейных и текстильных изделий Чунгнамского национального университета (*Y. Lee, K. Hong*, 2013).

Так, учеными [115] предлагается бесконтактный метод измерения давления одежды, позволяющий оценить давление изделия на поверхность фигуры в целом, в отличие от традиционных методов, которые, определяют давление в отдельных точках. Значение давления определяют по данным растяжения ткани определяемого динамометром, направлением напряжения и радиусом кривизны которые определяются по сетке, напечатанной на поверхности одежды и отсканированной в разных ракурсах при движении фигуры. Полученные результаты исследований могут быть использованы при определении оптимальных значений прибавок.

Необходимость учитывать характер и величину изменения размерных признаков в динамике при проектировании одежды, предназначенной для использования в непрерывном движении [88] при занятиях специальной активной деятельностью доказана в ряде работ [62, 69, 83]. Недостаточность традиционных антропометрических измерений для объективной оценки качества и безопасности изделий, предназначенных для защиты строительных рабочих от падений и травм и имеющих подвесную конструкцию из специальных ремней установлена в Институте охраны труда и здоровья Моргантаун в Западной Виржинии (*H. Hsiao et al.*, 2003). Результаты измерений, полученных с помощью 3D лазерного сканирования, размеров и формы тела строительных рабочих в стационарном

состоянии и при постоянной работе (с ремнями безопасности и без них) показали необходимость комплексной переработки конструктивного решения изделий, так как у 40% испытуемых качество посадки подвесной конструкции в динамичных позах не соответствовало предъявляемым требованиям [111].

Измерение антропометрических характеристик при передвижениях человека (*V. Medved, 2000*) помогают определить кинематику движений и миоэлектрические изменения, связанные с двигательной активностью, что важно для восстановительной и спортивной медицины [106] и проектирования специальной одежды, обеспечивающей удобство в динамике.

На основе измерения ориентации антропометрических точек с помощью носимых на теле инерциальных датчиков немецкими исследователями из Мюнхенского технического университета (*L.A. Schwarz et al., 2012*) предложен способ обнаружения аномальных движений человеческого тела, позволяющий автоматизировать анализ визуальных и сенсорных наблюдений, обеспечить объективную оценку характера деятельности и поз спортсменов для разработки качественной спортивной одежды, обеспечивающей высокие спортивные результаты [119].

Известна научная работа, в которой проанализированы ускорение и угловая скорость конечностей и корпусной части тела при совершении испытуемым рабочих движений, связанных с серьёзными физическими усилиями при подъёме тяжестей (рис. 1.6).



**Рисунок 1.6 – Исследование фигуры в динамике с помощью датчиков *IMU*: а – устройство для закрепления датчиков; б – рабочие движения**

Для измерения разработан жилет, оснащённый пятью сенсорами (*IMU*–иннерциальными измерительными устройствами) на 9 степеней свободы (*DOF*)

каждый Сенсор *IMU* представляет собой электронное устройство, которое измеряет и передает дистанционно в компьютер, информацию о положении тела, угловой скорости, а иногда и величине магнитного поля, используя комбинацию встроенных акселерометров, гироскопов и магнитометров. В дальнейшем данные, собранные для рабочих движений оценивались статистическим анализом, что позволило разработать одежду для профилактики профессиональных заболеваний опорно–двигательного аппарата и повысило удобство одежды при выполнении движений [112].

В работе [113] авторы в качестве критерия оценки удобства одежды в динамике использовали величину зоны трения, которая возникает в местах трения конечностей о торс фигуры. Ими разработано специальное устройство для анализа этого явления, которое имитирует движение руки человека при ходьбе. С целью изучения движения руки человека и определения параметров, необходимых для моделирования движений рук проведены съемки торса испытуемого. В качестве критериев выделены: траектория движения, скорость движения, давление руки на туловище и зона трения (рис. 1.7).

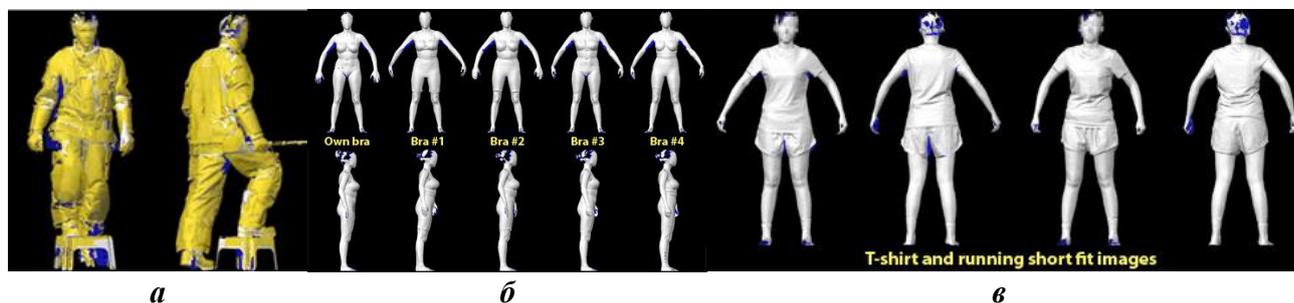


**Рисунок 1.7 – Оценка удобства одежды в динамике: а – устройство для оценки шума трения при выполнении движений; б – величина зоны трения при ходьбе и беге [113]**

Научные исследования, проведённые группой ученых из Корнельского университета под руководством профессора *S.P. Ashdown* посвящены вопросам качества посадки различных швейных изделий [143].

Наличие *3D* сканов позволило американским исследователям: оценить качество проектируемой одежды исследуя взаимодействие поверхности тела потребителя и специальной одежды для пожарных при выполнении ими характерных движений (рис. 1.8, а); определить правильный размер и модель

корсетных изделий при исследовании качества посадки бюстгалтеров (рис. 1.8, б); усовершенствовать систему размеров одежды на примере анализа соответствия размеров продукции компании «Nike» размерам фигуры потребителей, с целью повышения удовлетворенности населения соразмерной выпускаемой одеждой (рис. 1.8, в).



**Рисунок 1.8 – Сканирование для оценки качества посадки: а – при выполнении движений в проектируемой униформе; б – при определении размера бюстгалтера; г – при оценке системы размеров швейной компании по пошиву спортивной одежды «NIKE»**

С помощью технологии 3D сканирования американскими учеными *S. Choi* и *S.P. Ashdown* исследованы размерные признаки в динамических позах с целью повышения удобства одежды [109] и выявлено, что наибольшие изменения размерных признаков необходимых для проектирования поясных изделий наблюдается в позе сидя (рис. 1.9).

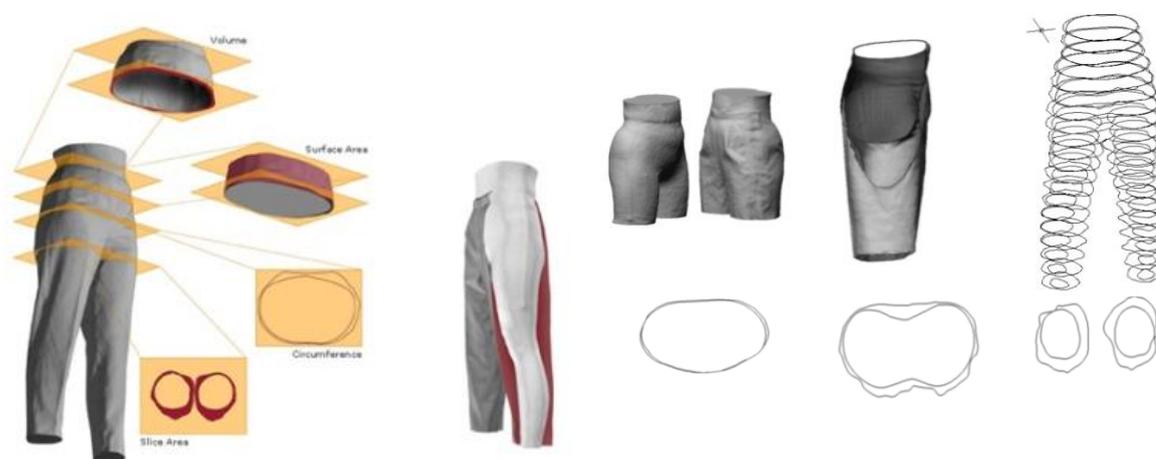


**Рисунок 1.9 – Сканирование фигуры в динамичной позе для определения данных с целью разработки моделей брюк**

Аналогичные исследования проведены *M.H. Sohn* и *E. Bye* для изучения изменений размеров верхней части тела, с целью получения данных для проектирования плечевых изделий [120]. Результаты исследования показали, что

размерные признаки верхней части тела в основном изменяются при движениях плечевого сустава. В ходе исследований выявлено, что применение 3D сканирования для получения достоверных измерений наиболее оптимально т.к. при сравнении с традиционными методами сокращает время разработки конструкции изделий и упрощает сам процесс проектирования.

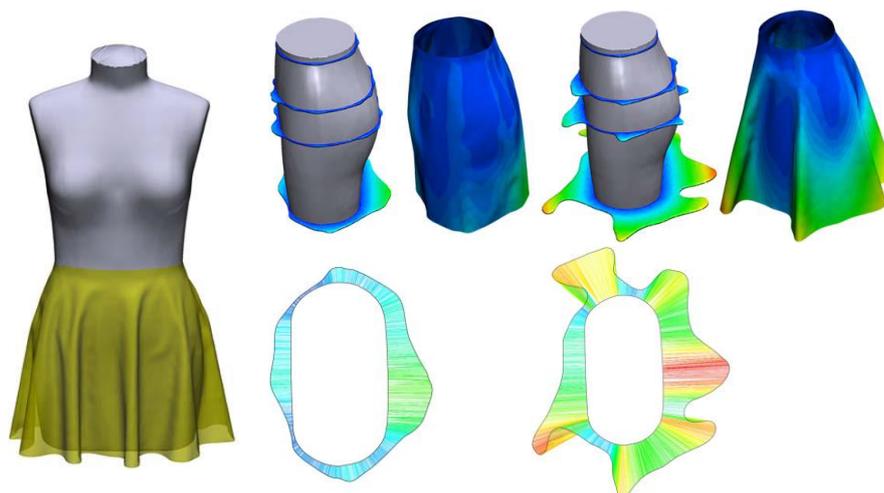
Известен способ опосредованного применения 3D сканирования путем совмещения одноименных сечений фигуры в одежде и без одежды, а затем проведением количественной оценки проекционных зазоров между поверхностью тела потребителя и одеждой в динамике, например, в работах [107, 117] при анализе качества посадки брюк (рис. 1.10) и при разработке комбинезона для рабочих [116].



**Рисунок 1.10 – Анализ качества посадки с использованием 3D сканирования**

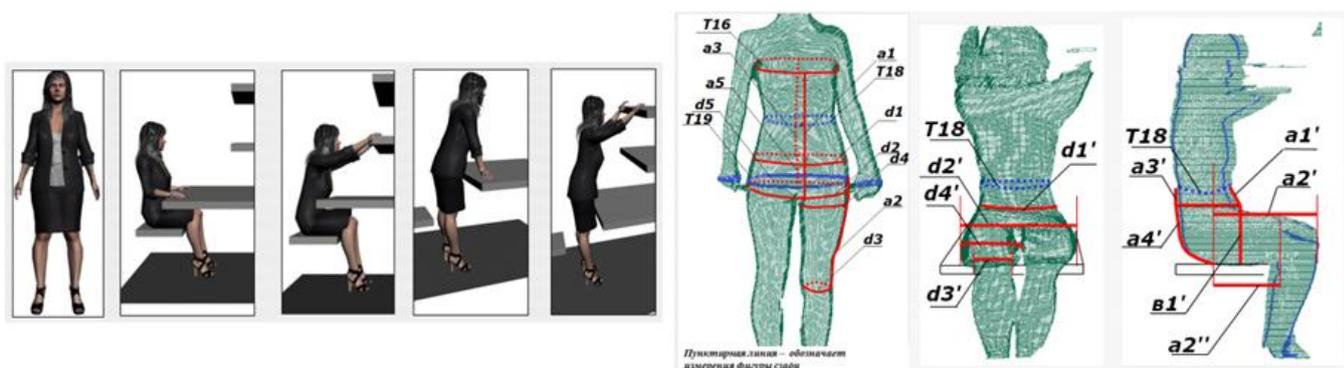
Широко распространён способ изучения удобства одежды в динамике путем отражения величин проекционных зазоров и давления одежды на поверхность фигуры цветовыми пятнами в автоматически полученных при сканировании сечениях (рис. 1.11), который предложили *S.P. Ashdown* и *F. Mete*, например, при проектировании поясных изделий [108].

Российскими учёными научные исследования с применением систем 3D сканирования активно проводятся в РГУ им. А.Н. Косыгина под руководством И.А. Петросовой и Е.Г. Андреевой, в Ивановском государственном политехническом университете под руководством Е.Я. Кузьмичева, в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна под руководством Е.Я. Сурженко.



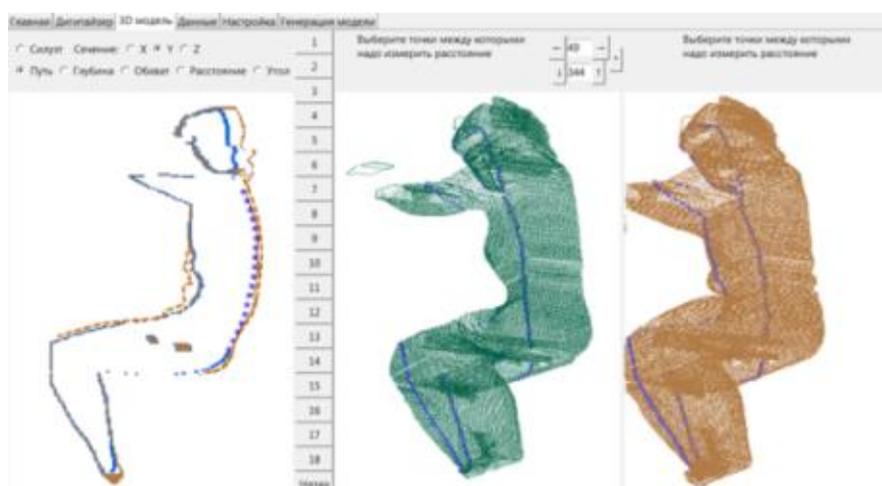
**Рисунок 1.11 – Отражения величин проекционных зазоров и давления одежды на поверхность фигуры цветовыми пятнами**

Разработанная на кафедре ХМКТШИ РГУ им. А.Н. Косыгина система 3D сканирования позволяет сканировать фигуру человека в динамических позах, построить различные абрисы и сечения сканированной фигуры для определения необходимых размерных признаков. В работе [96] описан метод проектирования одежды на основе обоснованной информации о динамических изменениях размерных признаков, полученной с использованием технологии 3D сканирования на примере женской юбки (рис. 1.12).



**Рисунок 1.12 – Изучение изменений размерных характеристик фигуры в динамической позе с использованием 3D сканирования**

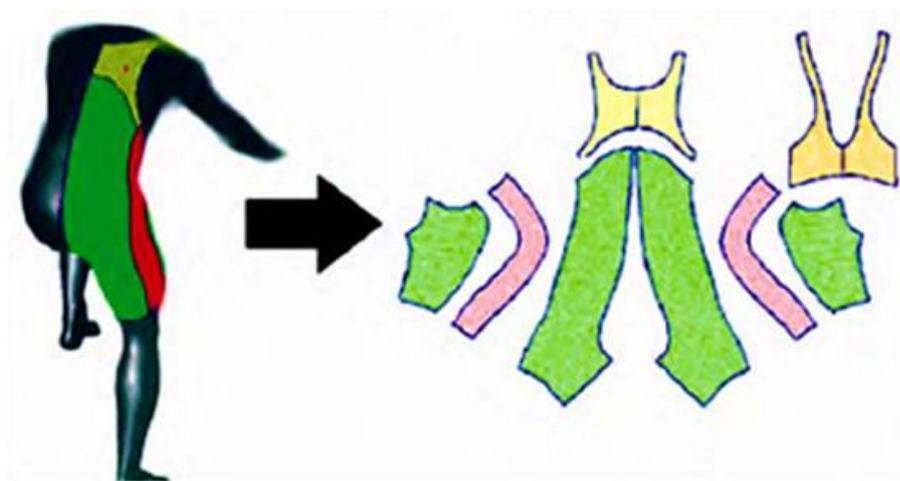
Разработанная система сканирования позволяет определить зоны напряжённого контакта одежды с фигурой и зоны спокойного давления путём совмещения динамических фигур без одежды и фигур с одеждой [48] (рис. 1.13). Такой подход исследования также позволяет определить величину воздушного зазора на выбранных участках, что важно при оценке качества проектируемого изделия.



**Рисунок 1.13 – Совмещение 3D динамических моделей фигуры и фигуры в одежде для проведения оценки соответствия одежды фигуре**

Исследования с применением технологии 3D сканирования ведутся в Текстильном институте ИВГПУ. Учеными [75, 76, 98] путем совмещения сечений фигуры в одежде и без одежды полученными сканированием изучены основные факторы, влияющие на изменение пластики поверхности одежды и получены уравнения расчета воздушных зазоров в зависимости от конструктивных параметров.

Ученый из Индийского технологического института в Дели *D.Gupta* утверждает, что достижения в области 3D сканирования, 3D проектирования и 3D моделирования одежды, в виртуальной среде позволяют создать одежду непосредственно на поверхности тела потребителя (рис. 1.14) при совершении им движений [104, 110].



**Рисунок 1.14 – Процесс проектирования функциональной одежды с применением системы 3D сканирования в виртуальной среде**

Наличие *3D* динамической позы дает возможность нарисовать шаблон одежды непосредственно на динамической модели фигуры в соответствии с контурами тела с последующим разворачиванием *3D* поверхности одежды для получения *2D* шаблонов. При этом благодаря компьютерным технологиям имеется возможность учитывать механические свойства тканей, визуализация давления одежды на тело и напряжения ткани в различных участках. Автор в своей работе отметил, что такой подход к проектированию одежды улучшит качество посадки, сократит время разработки конструкции изделия и уменьшает вероятность ошибки в процессе проектирования.

Все разнообразие рассмотренных методов изучения системы «человек–одежда» в динамике представлено в виде классификации (рис. 1.15), в которой методы разделены на контактные, бесконтактные и введен новый класс методов *3D* сканирования, совмещенных с современными метрологическими устройствами.

Из выполненного критического обзора состояния проблемы в России и в мире явно следует, что способы *3D* сканирования, совмещенные с разными типами датчиков, позволяют быстро, качественно с высокой точностью получить полную информацию о взаимодействии фигуры человека и одежды как в статике, так и в динамике. Эти методы выделены в отдельный класс, так как основаны на применении современных цифровых технологий, передающих данные удаленно через *WIFI* или с помощью инфракрасного излучения и *Bluetooth* в доступном формате в единую цифровую среду проектирования одежды.

Проведенный обзор существующих способов изучения системы «человек–одежда» в динамике [95] доказывает необходимость разработки и применения современных цифровых и *3D* методов бесконтактного изучения системы «человек–одежда» в динамике, для изучения величины деформации материалов на определённых участках фигуры человека, уровня давления в критических точках, уровня теплового баланса при совершении рабочих движений, смещения слоёв пакета материалов относительно друг друга, величину трения материалов в

участках значительного взаимодействия верхних конечностей с торсом и нижних конечностей между собой



Рисунок 1.15 – Классификация методов изучения системы «человек – одежда» в динамике

. Такие методы позволяют получить комплексную и всеохватывающую информацию о показателях динамического соответствия одежды фигуре потребителя в цифровом формате, что позволит быстро и эффективно предложить оптимальные параметры пакета материалов, конструктивных прибавок при проектировании качественной и эргономичной одежды.

### 1.3 Анализ и исследование способов формирования размеро–ростовочного ассортимента предприятия и рационального гардероба

Как уже упоминалось в п.1.1. начало массовым антропометрическим исследованиям положено в 1927–31гг. В.В. Бунаком и Р. Мартином. Предложенные ими инструментальные методы позволили провести в СССР массовые антропометрические исследования и создать первые стандарты для

изготовления одежды, обуви и др. Затем в 1937 году рядом ученых [64, 65, 99] выполнены работы по изучению пропорций, типов конституций, проведены первые исследования по выявлению взаимосвязи отдельных размерных признаков с ростом, массой тела и обхватом груди. Полноценная теория о строении и развитии тела человека формируется в 1940 году, когда опубликованы исследования, в которых выявлена индивидуальная изменчивость, изучены пропорции, типы конституции и закономерности роста [18].

Такие авторы как П.Д. Горизонтов, М.Я. Майзелис и Г. Гримм впервые публикуют работы по конституциональной биологии и антропометрии [21, 22]. Дерябиным предложена теория корреляции между несколькими продольными и поперечными антропометрическими характеристиками. Появляются работы, посвященные изучению возрастной изменчивости пропорций тела, разработаны теории многомерной биометрии и морфологической типологии [24, 71-73]. Х.Т. Карме и В.Н. Яниной [74, 103] разработана система размеров женских фигур на основе выделения ведущих признаков, исследованы тотальные размерные признаки, а В.Г. Властовским сформулированы законы их влияния на пропорциональные соотношения в фигурах людей [66, 67].

В 1990 году исследования, посвященные изучению размерных признаков фигур людей и массовым антропометрическим исследованиям, практически остановлены, в связи со сложной экономической ситуацией и периодом перестройки. Но к тому времени существует широко внедрённая в промышленное производство одежды в СССР система антропометрических стандартов [1, 2], развивать которую начал в 1930г. Л.П. Николаев [80-82], а также разработана система оценки качества готовой продукции путем примерки на типовые манекены, построенные по результатам исследований средних контуров туловища мужчин и женщин. В швейной промышленности широкое применение нашел подход Т.Н. Дунаевской и др., в котором предложены принципы формирования размерной типологии населения с учетом морфологии и анатомии [26, 27].

К 1986–1990 годам в СССР, в отличие от большинства зарубежных стран существует систематизированная типология, как всего населения СССР, так и

типология с учетом географических особенностей строения тела для населения в отдельных республиках, а также населения стран членов СЭВ [25, 36, 37, 47, 101].

Таковыми исследователями как Ю.С. Куршаковой, Т.Н. Дунаевской, П.И. Зенкевич, А.Л. Пурунджан, В.П. Чтецовым, В.Е. Дерябиным, Б.А. Никитюком разработаны полноценная теория и математические модели для описания закономерностей изменчивости размерных признаков фигуры человека и их сочетаний, предложены закономерности внутригрупповых и межгрупповых вариаций, сформулирована и доказана теория корреляционной зависимости размерных признаков и их изменчивости по географическим, профессиональным и другим признакам.

Целый ряд массовых антропометрических исследований для обновления антропометрических стандартов по классификации фигур мужчин женщин и детей для проектирования одежды выполнены в период с 2003 по 2007гг. в ЦНИИШПе под руководством С.К. Лопандиной [3, 4, 6-10, 77].

Дальнейшие исследования в этом направлении проводились учеными МГУДТ М.А. Гусевой, Р.В. Иевлевой, И.А. Петросовой, А.Ю. Рогожиным и др., [50, 51], РосЗИТЛПа Л.П. Шершнёвой, Л.В. Ларькиной, Т.В. Пирязевой [56], ИГТА Ю.А. Костиным (2005), МГУС Н.М. Конопальцевой, Е.Ю. Волковой, И.Ю. Крыловой [34].

Тем не менее, применение для проектирования одежды массового производства размерных признаков только типовых фигур не обеспечивает достаточную удовлетворённость потребителей качеством посадки изделий. Производить одежду на все многообразие типовых фигур невозможно, в связи с их большим количеством, поэтому промышленность оперирует данными размерной типологии в виде шкал процентного распределения фигур [27]. Шкала процентного распределения типовых фигур представляет собой систематизированный массив данных, отражающий численность принятых для производства типовых фигур (мужских, женских или детских) в процентах (частоту встречаемости фигур) в различных районах и определяет размерно – ростовочно – полнотный ассортимент одежды.

Приведённый выше подробный обзор работ [36, 37, 47, 52, 101], направленных на стандартизацию размерных признаков доказывает, что в последний раз шкалы процентного распределения фигур мужчин женщин и детей обновлялись в прошлом веке в 1986 – 1990гг.

Так как в качестве объекта исследования автором выбран ассортимент школьной одежды, дальнейшие исследования проведены для предприятий производителей школьной формы.

В 2015г. в рамках выполнения работ по хоздоговорной НИР проведен анализ ряда предприятий, работающих в секторе производства детской одежды и использующих для формирования размеро–ростовочно–полнотного ассортимента предприятия шкалы процентного распределения фигур, разработанные в СССР. Многие руководители подтвердили низкую удовлетворённость родителей выпускаемой школьной одеждой, частое обращение потребителей к сотрудникам торгующих предприятий с просьбой выполнить подгонку готового изделия по фигуре, жалобы на неудобство готовой одежды при выполнении повседневных движений школьником. При этом родители подтверждают готовность заплатить большую сумму за комплект одежды, в котором будут учтены размерные признаки ребенка, особенно если такая одежда будет изготовлена в условиях массового производства.

Действующий в промышленности размеро–ростовочный ассортимент предметов и комплектов школьной формы определён путём анализа предлагаемых размеров и ростов по данным, приведённым на официальных сайтах производителей или их торговых представителей. Рассматривались производители европейской части России. Перечень размеров и ростов, на которые предприятия изготавливают предметы школьной формы выявлены «методом перебора по сетке» [158]. Метод относится к классу методов поиска решения исчерпыванием всевозможных вариантов. Общий смысл задачи поиска сводился к следующему: из данной информации, представленной на сайте производителя одежды, выбирались и отмечались в сетке только размеры, на

которые предприятие производит предметы одежды, т.е. выявлялись нужные сведения, удовлетворяющие определённым условиям (критериям).

В качестве сетки выбрана шкала размеров и ростов детских фигур мальчиков и девочек школьного возраста [3, 4]. Появление новых размеров в сетке возможно по двум причинам. Первый – увеличение числа источников (сайтов производителей одежды, ассортимента изделий одного вида на сайтах) при расширении исследований. Второй – изменение существующего перечня размеров и ростов с течением времени.

Как показал проведённый анализ, интенсификация исследований размеро – ростовочного ассортимента на предметы гардероба школьников в условиях ограничения времени, приводит к установлению стабильного перечня размеров и ростов, на которые предприятия производят одежду, не изменяющегося по мере получения новых данных. В данном случае при проведении исследований с 1 по 30 ноября 2015 года относительно стабильный перечень размеров и ростов установился уже при анализе ассортимента 10 производителей, представительства которых расположены в Москве и Санкт – Петербурге (приложение А). При расширении географии анализа и включении предприятий других областей европейской части России происходили незначительные изменения, которые практически прекратились после анализа 30 источников. Произошло насыщение и все последующие выявленные размеры и роста попадали внутрь заданной сетки размеров и ростов (таблицы приложения А1–А6). Полученная применяемая в промышленности система размеров и ростов фигур девочек и мальчиков приведена в таблицах 1.4, 1.5.

**Таблица 1.4 – Система размеров и ростов типовых фигур мальчиков школьного возраста, действующая в промышленности**

Полнота	1-я полнота					2-я полнота					1-я полнота					2-я полнота					1-я полнота					2-я полнота				
Обхват груди, см	60	64	68	72	76	60	64	68	72	76	68	72	76	80	84	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	88	92	96	100	104
Обхват талии, см	54	57	60	63	66	60	63	66	69	72	57	60	63	66	69	63	66	69	72	75	69	72	75	78	81	75	78	81	84	87
Младшая школьная 7 лет–11 лет 6 мес.	122	122				122	122																							
	128	128	128			128	128																							
	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134																				
		140	140	140	140		140	140	140	140																				
		146	146	146	146		146	146	146	146																				
Старшая школьная 11 лет 7 мес. – 14 лет 6 мес.											152	152	152	152		152	152	152	152											
											158	158	158	158		158	158	158	158											
												164	164	164	164		164	164	164	164										
													170	170	170			170	170	170										
Подростковая 14 лет 7 мес. – 17 лет 11 мес.																					164	164	164			164	164	164		
																					170	170	170	170			170	170	170	170
																					176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
																					182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
																					188	188	188	188			188	188	188	188
																				194	194	194			194	194	194			

В таблице розовым цветом указаны типовые фигуры, на которые разрабатываются модели школьной одежды предприятиями по производству школьной формы.

**Таблица 1.5 – Система размеров и ростов типовых фигур девочек школьного возраста, действующая в промышленности**

Полнота	1-я полнота					2-я полнота					1-я полнота				2-я полнота				1-я полнота					2-я полнота					3-я полнота				
Обхват груди, см	60	64	68	72	76	60	64	68	72	76	76	80	84	88	76	80	84	88	84	88	92	96	100	84	88	92	96	100	84	88	92	96	100
Обхват талии/бедер, см	54	57	60	63	66	60	63	66	69	72	60	63	66	69	66	69	72	75	86	90	94	98	102	90	94	98	102	106	94	98	102	106	110
Младшая школьная 7 лет–11 лет 6 мес.	122	122				122	122																										
	128	128	128			128	128	128																									
	134	134	134	134		134	134	134	134																								
		140	140	140	140		140	140	140	140																							
			146	146	146			146	146	146																							
Старшая школьная 11 лет 7мес. – 14 лет 6мес.											152	152	152		152	152	152																
											158	158	158	158	158	158	158	158															
												164	164	164		164	164	164															
Подростковая 14 лет 7мес.– 17 лет 11мес.																			158	158	158	158		158	158	158	158		158	158	158	158	
																			164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
																			170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
																							176	176	176	176		176	176	176	176		

В таблице розовым цветом указаны типовые фигуры, на которые разрабатываются модели школьной одежды предприятиями по производству школьной формы.

Выполненное исследование доказывает, что производители зачастую пренебрегают изготовлением одежды на разные полнотные группы, особенно при изготовлении школьной формы для мальчиков из-за чего снижается удовлетворённость населения ассортиментом размеров и ростов производимой одежды. Также выполнен расчёт процентного распределения встреченных размеров и ростов для мальчиков (табл. 1.6) и девочек (табл. 1.7)

**Таблица 1.6 – Шкала процентного распределения размеров и ростов фигур мальчиков, используемая в промышленности, (%)**

Возрастная группа	Длина тела, см	Обхват груди, см												
		56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104
Младшая школьная 7 лет – 11 лет 6 мес.	122	4	6	6										
	128	2	6	8	6									
	134		4	6	8	4								
	140			2	4	8	4							
	146				4	6	8	2,5						
Старшая школьная 11 лет 7 мес. – 14 лет 6 мес.	152				2,6	5,3	10,5	7,9	2,6					
	158					2,6	5,3	10,5	7,9					
	164						5,3	10,5	10,5					
	170							2,6	10,5					
	176								2,6					
Подростковая 14 лет 7 мес. – 17 лет 11 мес.	158								2,6	1,3	1,3	1,3		
	164								1,3	5,2	3,9	2,6	2,6	
	170								1,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
	176								1,3	3,9	5,2	5,2	5,2	3,9
	182									2,6	2,6	2,6	3,9	5,2
	188								1,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6

**Таблица 1.7 – Шкала процентного распределения размеров и ростов фигур девочек, используемая в промышленности (%)**

Возрастная группа	Длина тела, см	Обхват груди, см												
		60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	
Младшая школьная 7 лет – 11 лет 6 мес.	122	5,5	5,5											
	128	8,3	8,3	2,7										
	134	2,7	8,3	11,1										
	140		2,7	5,5	8,3	5,5								
	146		2,7	5,5	8,3	8,3								
Старшая школьная 11 лет 7 мес. – 14 лет 6 мес.	146						3,3							
	152				3,3	10	6,7							
	158					6,7	10	10						
	164					3,3	10	10	6,7					
	170						3,3	6,7						
	176							3,3						
Подростковая 14 лет 7 мес. – 17 лет 11 мес.	158							1,9	5,7	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
	164							1,9	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	3,8
	170							1,9	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	3,8
	176							1,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8

Полученные данные необходимы для сравнительного анализа используемых на производстве шкал с данными, полученными по результатам антропометрического исследования детских фигур. Дальнейшее сравнение выполнено в главе 2, п.2.4.

Проведенный анализ и исследование доказывает, что предприятия используют устаревшую шкалу размеров и ростов, сформированную по данным массовых антропометрических исследований, проведенных в период с 1976 – 1990гг. Позднее такие данные не обновлялись и не соответствуют в полной мере реальному количеству сочетаний типов размеров фигур детского населения. Следовательно, актуализация и массовые исследования с целью формирования уточнённых шкал процентного распределения фигур детей востребована швейной промышленностью и будет способствовать повышению удовлетворённости населения выпускаемой одеждой.

#### **1.4 Анализ конструктивно – технологических средств обеспечения динамического соответствия изделий условиям эксплуатации**

Как известно, движения одетого человека по сравнению с раздетым ограничены. Например, скорость, точность и диапазон движений, подвижность суставов у космонавта в скафандре может быть снижена до 20%. Многочисленными исследованиями [60, 63, 88, 92, 102] выявлено, что наиболее важным показателем качества для потребителей является динамическое соответствие одежды. Одежда должна соответствовать назначению и быть удобной при ее эксплуатации. Поэтому в практике конструирования одежды различного назначения [62, 78, 93, 100] широко применяются конструктивно–технологические средства обеспечения динамического соответствия изделий условиям эксплуатации. К конструктивно – технологическим средствам относят:

- увеличение величин конструктивных прибавок за счет учета изменений величин размерных признаков в динамике;

- использование различных кроев рукава, в том числе с пониженной высотой оката;
- применение эластичных вставок в напряженных зонах одежды;
- применение подвижных соединений деталей;
- применение регулируемых размеров деталей за счет складок и защипов;
- замену прибавок на движение по низу изделия разрезами или шлицами и т.д.

В ряде научных разработок таких авторов как Е.Я. Сурженко, Л.Х. Фаритова, М.Т. МаксUTOва, Ю.А. МацИевская и др. доказано и экспериментально подтверждена эффективность применения динамических эффектов размерных признаков, определенных в момент выполнения движений корпусом и конечностями для расчёта конструктивной прибавки.

Необходимость применения конструктивно–технологических средств для обеспечения высоких эргономических характеристик одежды подтверждает патентный поиск. В качестве объекта исследования выбрано следующее сочетание существенных признаков: обеспечение повышенных эргономических свойств одежды и повышение комфортности одежды в динамике. Поиск проведён методом сплошного просмотра массива патентов, глубина поиска 2000 – 2015гг., в разделе А – Удовлетворение жизненных потребностей человека, классе А41 – Одежда.

Авторами двух патентов *Bi Changming* [126] и *Ma Youran* [125] предложены следующие конструктивно – технологические средства для преобразования конструкции как изменение длины и ширины рукава в модели школьного пальто и фиксацию полученных изменений конструкции с помощью кнопок, что обеспечивает дополнительную свободу движения, если ученик надел под пальто достаточное большое количество одежды. Другой патент автора *Yang Hongguang* [123] дополнил описанные решения возможностью расширения деталей спинки и полочки изделия за счет введения молний в подмышечной области фигуры. Кроме того, изобретателями предусмотрена возможность отсоединить некоторые детали одежды при выполнении активных движений.

Широко используются приемы трансформации в патенте *Huangzhixiang* [127] в котором предусмотрено изменение размера изделия, вплоть до возможности

использовать его для фигуры другого размера, отличного от исходного.

Большое количество патентных источников подтверждает универсальность использования эластичных материалов, трикотажа, сочетания трикотажа и текстильных материалов для решения вопроса эргономического соответствия одежды фигуре. Области, в которых применяются эти элементы – колени, лодыжки, поясничная область [128]. Два патента [124, 129] обосновывают применение трикотажных вставок как для улучшения уровня комфорта одежды в динамике, так и для получения новых визуальных эффектов в одежде за счет применения вставных деталей, расположенных в одежде симметрично и имеющих разный цвет. В модели предусмотрены застёжки – молнии в местах соединения деталей, что позволяет отстёгивать детали, изменять цвета, образ и комфортно двигаться за счёт свойств трикотажного полотна.

Широко применяются различные способы повышения динамических свойств поясной одежды. Известны патенты, описывающие введение ластовиц в средний шов шорт, которые позволяют избежать дискомфорта в этой области, предотвращают натирание, кроме того такая конструкция предотвращает расхождение шва при максимальном растягивании деталей шорт в движении [122].

По результатам анализа патентных, методических и научно– технических источников систематизированы конструктивно– технологические средства обеспечения удобства проектируемой одежды в динамике и представлены в виде классификации (рис. 1.16). Предлагаемая классификация позволит конструктору облегчить принятие решения при выборе необходимого конструктивно– технологического решения в зависимости от вида, выполняемого человеком движения.

Степень эргономического совершенства плечевой одежды легко может быть увеличена за счет проектирования раздвижных элементов (складок, защипов,

сборок) на участках одежды, соответствующих зонам максимальных динамических эффектов размерных признаков тела человека, при этом незначительно изменяя внешний вид изделия, что особенно важно при проектировании повседневной одежды. Для поясной одежды актуально выполнение движений по сгибанию и разгибанию нижних конечностей и положение сидя. Рядом исследователей установлено, что в конструкции для учета этих движений необходимо предусматривать удлинение среднего среза задней части брюк, шагового среза и обеспечение резервного участка в точке их соединения (введение ластовицы).



**Рисунок 1.16 – Классификация конструктивно – технологических средств обеспечения удобства проектируемой одежды в динамике**

Подвижность в коленном суставе в общем случае обеспечивается шириной изделия на уровне колена, однако для конкретных проектных ситуаций более целесообразным является введение раздвижных участков в области колена, величина которых определяется исходя из технологической целесообразности конструктивно – технического решения изделия.

Кроме того, из классификации видно и доказано рядом исследований что введение эластичных материалов в отдельных конструктивных участках

увеличивает степень динамического соответствия изделий условиям эксплуатации.

На основе анализа патентной документации автором разработана модель трансформируемой одежды в виде сорочки–боди. Подготовлена и подана в Федеральную службу по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам заявка на изобретение, к 10.03.2017г. получено положительное решение о выдаче патента.

### **1.5 Формирование концепции проектирования эргономичной одежды на основе применения трехмерных и цифровых технологий**

Проектирование эргономичной одежды, как в России, так и за рубежом основано на разнообразных исследованиях системы «Человек – одежда – среда». Практически всегда исследователи изучают виды движений, совершаемые во время выполнения профессиональных обязанностей, или бытовой деятельности, выделяют из них наиболее значимые, составляют программу измерений размерных признаков в статике и динамике, определяют динамический эффект и производят перерасчёт конструктивных прибавок. Перечисленная последовательность работ требует масштабных антропометрических исследований, выполненных для большого количества людей, относящихся к одной группе, требует больших затрат времени и ресурсов. Однако благодаря развитию цифровых и 3D технологий существует возможность привлечь потребителя к процессу совершенствования конструкций одежды. Существующий уровень развития техники обуславливает актуальность и необходимость разработки метода проектирования эргономичной одежды с использованием 3D и цифровых технологий на основе принципов «*массовой кастомизации*» (рис. 1.17) и клиенто–ориентированной стратегии развития швейного предприятия.



**Рисунок 1.17 – Концептуальная модель процесса проектирования эргономичной одежды с применением трехмерных и цифровых технологий**

Под «*массовой кастомизацией*» понимают совокупность подходов массового производства одежды и индивидуального пошива изделий; создание дополнительной системы заказов отдельных изделий под индивидуальные запросы конкретных покупателей помимо планового массового выпуска продукции; внедрение в производство интеллектуальных двух- и трехмерных САПР одежды, возможность персонализации проектирования одежды с помощью 3D моделей фигур; проведение достоверных виртуальных примерок изделий на фигурах потребителей; организация интерактивных онлайн-продаж одежды производителями, что способствует ускорению реализации продукции, оперативному реагированию на запросы потребителей и на глобальные тенденции развития общества [61].

Существует два направления взаимодействия предприятий промышленности с потребителем: массовое производство одежды по данным известным из ГОСТ; изготовление изделий по индивидуальным данным в условиях массового производства. Мобильные технологии и приложения для 3D сканирования, доступные современным пользователям позволяют **потребителю**

интегрировать информацию об индивидуальных особенностях фигуры в промышленный процесс проектирования одежды. Возможность введения визуальной, цифровой, 3D информации о фигурах в динамике на сайте производителя позволит потребителю визуализировать собственную фигуру и осуществлять взаимодействие с производителем на качественно новом уровне.

Благодаря такому взаимодействию у предприятий постепенно появится актуальная база данных 3D моделей типовых и нетиповых фигур человека, достоверная база знаний о динамических эффектах размерных признаков, влияющих на конструктивные параметры одежды, что обеспечит совершенствование процесса проектирования швейных изделий и повысит удовлетворённость населения соразмерностью и качеством посадки выпускаемой одежды. Реализация концепции «массовой кастомизации» в свою очередь позволит **производителю** получить достоверную информацию о покупателях, заинтересованных продукцией именно этой компании, узнавать о реальных запросах и ожиданиях потребителей, накапливать информацию о потребителях продукции производимой предприятием, что влияет на стратегию формирования ассортимента предприятия, повысит спрос на выпускаемую одежду и соответственно эффективность швейного производства.

Такой подход объединяет высокие технологии в области пользовательских мобильных устройств и промышленного автоматизированного проектирования одежды, а потребителя обеспечит качественной одеждой с высокими эргономическими характеристиками.

## Выводы по первой главе

1. Анализ существующего оборудования для проведения антропометрических исследований системы «человек–одежда» с использованием *3D* и цифровых технологий показал, что современные системы сканирования кроме определения размерных характеристик предоставляют пользователю возможность исследовать сечения, площадь поверхности и объём сканированной фигуры. Предложена классификация рассмотренных систем, способов, устройств и приложений с выделением их на *профессиональные системы*, требующие высоких затрат на оборудование и программное обеспечение для *3D* сканирования и *смарт – технологии*, отличающиеся доступностью для потребителя за счёт незначительного снижения качества получаемых *3D* моделей.
2. Доказана возможность адаптации и интеграции, используемых потребителем умных устройствах – телефонов, смартфонов, планшетов и т.п., в систему проектирования одежды предприятия – производителя, что позволит усовершенствовать процесс проектирования одежды, повысить удовлетворенность населения выпускаемой одеждой, спрос и соответственно эффективность швейного производства за счет такой информации, получаемой с устройств, как высококачественная *3D* модель фигуры, показатели жизнедеятельности человека или сведения об эффективности выполняемых работ или действий.
3. Систематизация способов изучения системы «человек–одежда» в динамике позволила разделить их на методы контактные, бесконтактные и методы с применением современных *3D* цифровых технологий. Доказано, что методы непосредственного измерения требуют большого количества вспомогательной аппаратуры и больших затрат времени на проведение эксперимента, а также устарели по сравнению с существующими *3D* технологиями. Методы с применением *3D* технологий позволяют получить комплексную и всеохватывающую информацию о показателях динамического соответствия одежды фигуре потребителя в цифровом формате, что позволит быстро и эффективно предложить оптимальные параметры пакета материалов,

конструктивных прибавок при проектировании качественной и эргономичной одежды.

4. На основе анализа и исследования способов формирования размеро – ростовочного ассортимента предприятий и рационального гардероба школьников, выявлено, что предлагаемые производителем комплекты и их стоимость не отвечают ожиданиям потребителей, что подтверждает необходимость формирования рационального гардероба школьников с учетом уровня доходов семьи. Выявлено, что предприятия используют устаревшую шкалу размеров и ростов, которая не соответствуют в полной мере реальному состоянию. Необходимо выполнить массовые антропометрические исследования детского населения с целью актуализации и формирования уточнённых шкал процентного распределения фигур детей, которые востребованы швейной промышленностью и будут способствовать повышению удовлетворённости населения выпускаемой одеждой.

5. По результатам анализа патентных, методических и научно– технических источников систематизированы конструктивно–технологические средства обеспечения удобства проектируемой одежды в динамике и представлены в виде классификации. Предлагаемая классификация позволит конструктору облегчить выбор необходимого конструктивно–технологического решения в зависимости от вида, выполняемого человеком движения.

6. Разработана концепция процесса проектирования эргономичной одежды, предполагающая как сквозное, так и локальное применение цифровых и *3D* технологий в процессе проектирования одежды, направленная на ускорение сменяемости новых моделей, сокращение сроков выхода на рынок новой продукции и повышение удовлетворенности потребителей швейными изделиями.

## **ГЛАВА 2 ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ГАРДЕРОБА ШКОЛЬНИКОВ И РАЗРАБОТКА ШКАЛ ПРОЦЕНТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТСКИХ ФИГУР**

Современные производители одежды и изделий лёгкой промышленности в своей деятельности активно используют классификации типовых фигур мужского, женского и детского населения для разработки проектно–конструкторской документации. Несмотря на проведенные в ЦНИИШП массовые антропометрические исследования, направленные на обновление данных и разработку новых ГОСТов с уточнёнными размерными признаками для проектирования одежды, на образцах готовой одежды в торгующих организациях или на сайтах производителей часто встречается маркировка по устаревшей типологии 1986г. Это связано с тем, что производители кроме ГОСТ с перечнем размерных признаков используют и шкалы процентного распределения фигур для формирования ассортимента предприятия, а в этом случае возникают противоречия между новой классификацией типовых фигур и устаревшими шкалами. Аналогичная ситуация наблюдается с ситуацией формирования рационального гардероба школьника, который также необходим для планирования ассортимента, предлагаемого производителем, так как нормы рационального потребления одежды устарели и не соответствуют запросам современного потребителя.

Используемые в промышленности шкалы процентного распределения типовых фигур не соответствуют в полной мере реальному количеству сочетаний типов размеров и ростов фигур населения, а существующие нормы рационального потребления предметов одежды не позволяют предприятию, верно, сформировать ассортиментную политику. Следовательно, актуализация и массовые исследования с целью формирования уточнённых шкал процентного распределения фигур востребованы швейной промышленностью и будут способствовать повышению удовлетворённости населения выпускаемой одеждой.

## **2.1 Характеристика целевой группы потребителей и исходные данные для проведения антропометрических исследований**

Целью приведённых ниже исследований является установление необходимой и достаточной информации о потребительском рынке для формирования рационального гардероба детей школьного возраста с учётом уровня дохода семьи, обновления системы размеров и ростов, и разработки новых шкал процентного распределения детских фигур что позволит предприятиям, верно, планировать ассортимент производимой одежды, повысить эффективность производства и удовлетворённость готовой одеждой населением.

Масштабное антропометрическое исследование детей школьного возраста проведено в два этапа – первый в период с 07.02.2015г. по 30.04.2015г. и второй этап в период с 11.01.2016г. по 29.02.2016г.

В исследовании приняли участие 1771 детей школьного возраста, среди них: детей младшего школьного возраста – 868 человек, старшего школьного возраста – 638 человек, подросткового возраста – 265 человек.

Для определения новых норм потребления и анализа фактического гардероба школьников параллельно опрошены родители в количестве 1771 человек.

Для получения данных использованы следующие способы:

- опрос интервьюером включал персональный сбор информации при личном контакте с опрашиваемыми;
- дистанционный опрос (по телефону, интернету) двух видов: анкету заполняли сами опрашиваемые, анкету заполнял интервьюер со слов опрашиваемых;
- самостоятельное заполнение анкеты опрашиваемым онлайн.

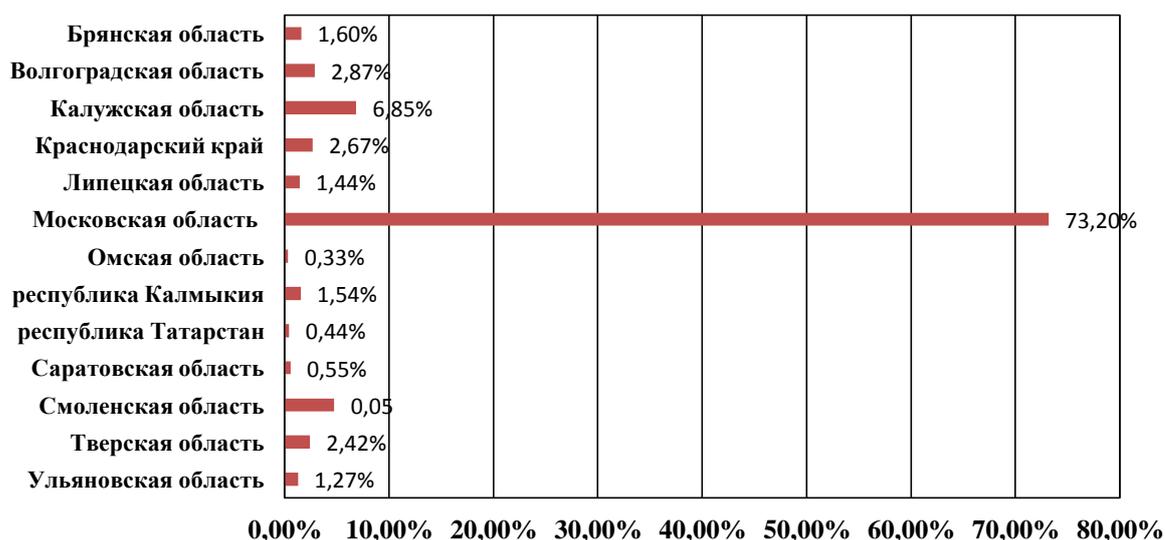
Сбор данных в единый массив и его обработка произведены с помощью онлайн – сервиса «Анкетолог» [158] – представляющего собой единый сервис анкетирования полного цикла, объединивший в себе конструктора по созданию опросов, их распространению и анализу результатов. В сервисе предусмотрены

профессиональные инструменты – возможность настраивать логические ветвления, быстро получать наглядные результаты и выгружать данные, автоматически собираемые в единую базу.

Сервис позволяет включить в анкету любые типы вопросов: HTML – вставка, Свободный ответ, Вопрос «список», Вопрос «выбор», Вопрос «матрица», Вопрос «e-mail», Вопрос «дата», Вопрос «имя», Вопрос «шкала». Существует также возможность настроить выбор нескольких вариантов ответа в одном вопросе, добавить поле «Другое», сделать вопрос обязательным. Возможно настроить логическое ветвление – автоматическое направление респондента на определенный вопрос в зависимости от того ответа, который он выбрал в предыдущем вопросе. Пример: при ответе на вопрос «Укажите пол Вашего ребенка» пользователь может выбрать один из вариантов: "мужской" или "женский". Следующий вопрос «Укажите комплект школьной формы для мальчика» будет актуален только для того, кто на вопрос о поле ответил «мужской». Респондента, ответившего «женский», нужно перенаправить на другой вопрос согласно логике, чтобы получить ответы, важные для проектирования школьной формы для девочек.

Сбор ответов происходит на персональной странице, которая располагается на онлайн – сервисе и доступна респондентам из поиска и поисковых систем.

Образцы анкет представлены в приложении Б. Анкета включает в себя три основных блока вопросов. Первый блок содержит вопросы для получения общей информации о потребителе, включая антропометрические данные. Второй блок вопросов направлен на выявление предпочтений потребителей и установление основных художественно–конструктивных признаков. Третий блок содержит вопросы, позволяющие выявить фактическую обеспеченность детей одеждой, включает вопросы о наличии предметов одежды из представленного перечня в гардеробе респондентов и об их количестве на данный момент времени, а также желательное количество предметов одежды в гардеробе. Наибольшее число опрошенных – это жители Москвы и Московской области, представлены так же данные ещё по 12 областям РФ (рис. 2.1).



**Рисунок 2.1 – Распределение опрошенных респондентов по областям РФ**

Результаты обработки информации, полученной с помощью массовых исследований позволили определить:

- сегментацию рынка по возрастным группам;
- распределение предпочтений по основным художественно–конструктивным признакам одежды для школы, таких как стиль, цвет, вид и фактура основного материала;
- данные (информацию) о гардеробе потребителей с учетом уровня дохода;
- антропометрические данные.

## **2.2 Формирование рационального гардероба школьника с учетом уровня дохода семьи**

В современных экономических условиях особую актуальность приобретает проблема формирования рационального гардероба взрослого и детского населения в полной мере удовлетворяющего потребности каждого потребителя. Основной целью приведенных в данном разделе исследований является установление необходимой и достаточной информации о потребительском рынке для формирования рационального гардероба детей школьного возраста, позволяющей предприятию производителю заранее планировать ассортимент

изделий, а потребителю сократить денежные расходы на покупку детской одежды и обеспечить наличие требуемых предметов одежды в ассортименте магазина.

Гардероб – это комплекс функционально взаимосвязанных предметов одежды, служащих для удовлетворения определённых потребностей человека в каждый конкретный период времени (рис. 2.2). Гардероб, рассчитанный в среднем на душу населения и обеспечивающий соответствие основным жизненным потребностям потребителя, называется рациональным гардеробом. Фактический гардероб одежды определяет набор изделий, которыми располагает человек в конкретный момент времени. Фактический гардероб одежды зависит от существующих социально – экономических условий и отражает существующий уровень социального и экономического развития страны. Совокупность предметов одежды, которую потребитель хотел бы иметь в своем гардеробе, называется желательным гардеробом.



**Рисунок 2.2 – Пропорциональное соотношение между видами гардероба.**

Объем и структура рационального гардероба – важные показатели, которые выступают в качестве основного стимула для развития производства и формирования ассортимента одежды. Предприятиям необходима информация о структуре рационального гардероба для каждого сегмента потребительского рынка, которым производитель собирается предложить производимую продукцию. Процесс формирования рационального гардероба как уже отмечалось выше, связан с решением задачи определения структуры и количества изделий в гардеробе с учетом социальных, экономических, демографических и др. факторов жизни.

Процентное распределение выделенных сегментов рынка по возрастным группам отражает рисунок 2.3. Наиболее привлекательным для производителей детской одежды является младшая школьная возрастная группа, так как данный сегмент является самым многочисленным и составляет 49% от общего числа опрошенных.



Рисунок 2.3 – Процентное распределение возрастных групп потребителей (детей) школьной одежды

Рассмотрим первый фактор формирования гардероба – *половозрастной признак* (рис. 2.4). Номенклатура изделий для определения параметров гардероба мальчиков – школьников содержала 12 предметов швейных и трикотажных изделий; девочек – школьниц 15 предметов одежды. Эти параметры общие для всех возрастных групп.



Рисунок 2.4 – Фактическая обеспеченность детей школьного возраста предметами одежды в зависимости от возрастной группы

Следует отметить, что при анализе результатов опроса выявлена определённая зависимость параметров гардероба от половозрастного признака детей (табл. 2.1). Значительную часть гардероба мальчиков школьного возраста составляют такие наиболее предпочитаемые виды одежды как футболка (4,04; 4,71; 3,86), сорочка (3,16; 3,03; 3,02), джемпер (2,1; 2,14; 1,62). В скобках указано

фактическое среднее количество предметов в гардеробе по возрастным группам: младшая, старшая, подростковая. Минимальное количество пиджаков на одного человека составляет в среднем у младшей группы 1,32 ед.; старшей – 1,46 ед.; подростковой – 1,11 ед.. Невостребованность пиджаков у современных детей объясняется тем, что они ведут активный образ жизни, отдавая предпочтение спортивной, не сковывающей движения одежде.

**Таблица 2.1 – Фактическая обеспеченность предметами гардероба мальчиков школьного возраста в зависимости от возрастной группы**

№	Предметы гардероба	Возрастная группа		
		младшая	старшая	подростковая
1	Брюки	2,19	2,18	1,84
2	Сорочка	3,16	3,30	3,02
3	Жилет	1,31	1,25	1,07
4	Пиджак	1,32	1,46	1,11
5	Джемпер	2,10	2,14	1,62
6	Футболка	4,04	4,71	3,86
7	Нижнее белье	8,32	8,0	6,23
8	Спортивный костюм	1,85	2,02	1,58
9	Плащ	1,07	0,89	0,94
10	Куртка демисезонная	1,31	1,5	1,18
11	Куртка зимняя	1,26	1,23	1,18
12	Пальто	1,10	1,06	1
	Итого	29,06	29,79	24,67

У девочек гардероб более разнообразен (табл. 2.2). При анализе фактического гардероба выявлено, что девочки школьного возраста наиболее обеспечены футболками (3,73; 5,04; 4,08), блузками (3,19; 3,68; 3,61), брюками (1,96; 2,22; 3,35), джемперами (1,82; 2,27; 2,29). В скобках указано фактическое среднее количество предметов в гардеробе по возрастным группам: младшая, старшая, подростковая. Предпочтение этих видов одежды вызвано, прежде всего, тем, что они легко варьируются с другими предметами гардероба и обеспечивают свободу движения при эксплуатации.

При анализе состава фактического гардероба выявлено, что наиболее обеспечены среди детей школьного возраста, как у девочек, так и у мальчиков старшая возрастная группа: в среднем 36,93 ед. изделия на одного человека в группе девочек (табл. 2.2) и 29,79 ед. в группе мальчиков (табл. 2.1). Менее всего обеспечены предметами одежды мальчики подросткового возраста – фактический

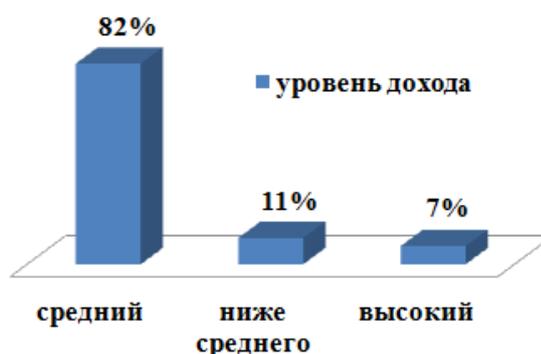
гардероб равен всего 24,67 ед. изд.

**Таблица 2.2 – Фактическая обеспеченность предметами гардероба девочек школьного возраста в зависимости от возрастной группы**

№	Предметы гардероба	Возрастная группа		
		младшая	старшая	подростковая
1	Брюки	1,96	2,22	3,35
2	Блузка	3,19	3,68	3,61
3	Жилет	1,20	1,23	1,16
4	Жакет	1,34	1,37	1,29
5	Юбка	1,85	2,06	1,93
6	Сарафан	1,32	1,55	1,32
7	Платье	1,98	2,30	2,19
8	Джемпер	1,82	2,27	2,29
9	Футболка	3,73	5,04	4,08
10	Нижнее белье	7,38	8,38	8,31
11	Спортивный костюм	1,84	1,81	1,98
12	Плащ	1,03	1,17	1,13
13	Куртка демисезонная	1,37	1,37	1,44
14	Куртка зимняя	1,21	1,22	1,31
15	Пальто	1,13	1,20	1,22
	Итого	32,43	36,93	35,60

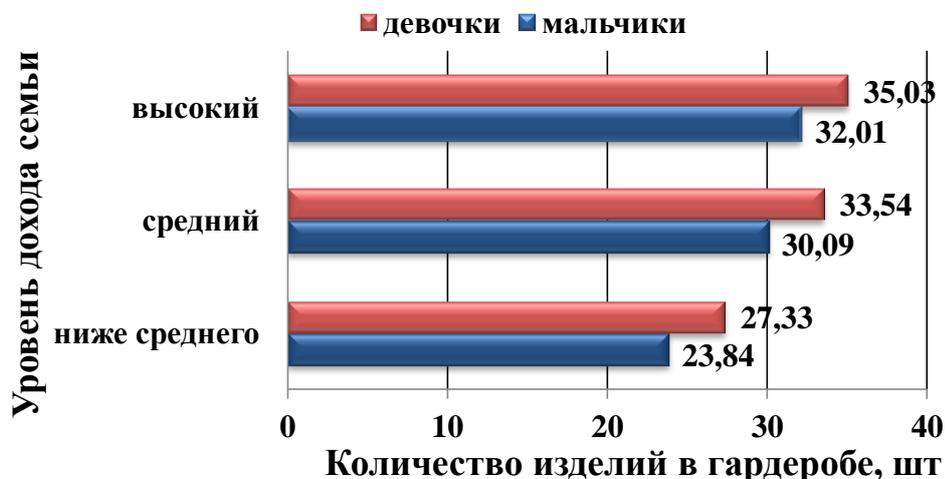
Исследование состава среднестатистического фактического гардероба в различных возрастных группах потребителей детской одежды показало, что у девочек с возрастом наблюдается определённая тенденция к увеличению количественного состава предметов одежды (брюки, джемпер) в гардеробе, а у мальчиков с возрастом количество предметов одежды в гардеробе уменьшается.

Другим существенным *фактором* под влиянием, которого складывается гардероб детей школьного возраста, является *уровень материальной обеспеченности семьи*. Как видно из рисунка 2.5 в общем объеме выборки около 82% опрошенных респондентов, имеют средний уровень дохода; приблизительно 11% – ниже среднего. Оставшаяся часть, т.е. 7% имеет в данной выборке высокий уровень дохода.



**Рисунок 2.5 – Распределение респондентов по уровню дохода**

Анализ результатов опроса показал, что с повышением денежного дохода семьи увеличивается и фактическая обеспеченность предметами гардероба от 27,74 ед. изделий у потребителей с низким уровнем дохода до 32,01 ед. изделий у потребителей с высоким уровнем дохода (рис. 2.6).



**Рисунок 2.6 – Обеспеченность одеждой детей школьного возраста в зависимости от уровня дохода семьи**

Таким образом по анализу материалов исследования большая часть населения из числа исследуемых имеет средний уровень дохода. Установлено что уровень дохода значительно влияет на объем гардероба потребителей детской одежды. Структура гардероба (номенклатура изделий) детей –школьников в семьях с различным уровнем дохода представлена в таблицах 2.3 и 2.4.

**Таблица 2.3 – Обеспеченность одеждой мальчиков школьного возраста в зависимости от уровня дохода (ед. изделий в среднем на одного человека)**

№	Гардероб	Уровень дохода		
		ниже среднего	средний	высокий
1	Брюки	1,97	1,98	2,15
2	Сорочка	2,28	3,15	4,35
3	Жилет	1,16	1,30	1,26
4	Пиджак	1,20	1,27	1,4
5	Джемпер	1,3	2,01	2,22
6	Футболка	2,66	4,47	4,42
7	Нижнее белье	8,00	9,41	9,52
8	Спортивный костюм	1,2	1,88	1,80
9	Плащ	1,00	1,03	1,12
10	Куртка демисезонная	1,25	1,26	1,31
11	Куртка зимняя	1,25	1,18	1,26
12	Пальто	0,60	1,09	1,16
	<b>Итого</b>	<b>23,84</b>	<b>30,09</b>	<b>32,01</b>

**Таблица 2.4 – Обеспеченность одеждой девочек школьного возраста в зависимости от уровня дохода (ед. изделий в среднем на одного человека)**

№	Гардероб	Уровень дохода		
		ниже среднего	средний	высокий
1	Брюки	1,50	2,09	2,11
2	Сорочка	2,00	3,19	3,34
3	Жилет	1,00	1,20	1,27
4	Жакет	1,00	1,35	1,18
5	Юбка	1,5	1,84	1,83
6	Сарафан	1,30	1,31	1,16
7	Платье	2,3	2,38	2,38
8	Джемпер	1,50	2,05	1,33
9	Футболка	2,50	4,03	4,70
10	Нижнее белье	6,75	7,16	4,81
11	Спортивный костюм	1,25	1,79	1,62
12	Плащ	1,00	1,12	1,00
13	Куртка демисезонная	1,33	1,50	1,15
14	Куртка зимняя	1,04	1,32	1,08
15	Пальто	1,00	1,21	1,07
	<b>Итого</b>	<b>27,33</b>	<b>33,54</b>	<b>35,03</b>

В таблицах 2.5 – 2.6 приведены суммарные значения обеспеченности количеством предметов одежды на одного ребенка в зависимости от уровня дохода семьи. Так в семье, имеющей мальчиков с достатком ниже среднего на одного ребенка приходится около 24 ед. изделий, со средним достатком 30 ед. изделий, в семье с высоким уровнем – 32 ед. изделий (табл. 2.5).

**Таблица 2.5 – Обеспеченность одеждой мальчиков школьного возраста в зависимости от уровня дохода семьи.**

	Уровень дохода семьи			Итого
	ниже среднего	средний	высокий	
%	27,74	35,01	37,25	100
Ед. изд.	23,84	30,09	32,01	85,94

При планировании ассортимента предприятия и переходе в процентные соотношения это означает, что 37,25% **моделей** изделий в **ассортиментной группе** должны быть предназначены для людей с высоким уровнем дохода, 35,01% – со средним уровнем и 27,74% – с низким.

Аналогично в таблице 2.6 приведено фактическое количество предметов одежды на одного ребенка – девочку в зависимости от уровня дохода семьи. Так, в семье имеющей девочек со средним достатком обеспеченность предметами одежды составляет– 33,54 ед.; в семье с высоким уровнем – 35,03ед.; ниже

среднего около 27,33ед.. Это означает, что 36,52% моделей изделий в **ассортиментной группе** должны быть предназначены для людей с высоким уровнем дохода, 34,97% со средним уровнем и 28,49% с низким.

**Таблица 2.6 – Обеспеченность одеждой девочек школьного возраста в зависимости от уровня дохода семьи**

	Уровень дохода семьи			Итого
	ниже среднего	средний	высокий	
%	28,49	34,97	36,52	100
Ед. изд.	27,33	33,54	35,03	95,9

Благодаря учету влияния уровня дохода на обеспеченность детей предметами одежды, возможно, сгруппировать потребности потребителей детской одежды на две группы: изделия, на приобретение, которых не влияет доход и изделия, приобретение, которых зависит от дохода. Установлено что уровень дохода практически не влияет на количество таких предметов одежды в гардеробе, как, пиджак, жилет у **мальчиков** и жакет, жилет, платье у **девочек**. И значительно влияет в гардеробе девочек на количество футболок, юбок, блузок и джемперов. Относительно гардероба мальчиков можно сказать, что уровень дохода влияет на количество футболок, джемперов и сорочек.

Выявлено, что с возрастом ребенка и ростом уровня дохода семьи наблюдается увеличение в структуре гардероба школьников доли многофункциональных изделий. Также установлено, что уровень дохода является наиболее информативным признаком, определяющим параметры детского гардероба в различных потребительских группах. Следовательно, если рациональным гардеробом (РГ) считать минимальное количество предметов одежды, необходимое для удовлетворения потребностей человека с минимальным уровнем дохода, то на основе проведенного исследования рассчитаны показатели РГ для детей школьного возраста (табл. 2.7) [117].

**Таблица 2.7 – Расчет ед. изделий в рациональном гардеробе детей школьного возраста**

№	Гардероб	Показатели РГ детей школьного возраста, ед. изделий	
		Девочки	Мальчики
1.	Брюки	2	2
2	Сорочка	2	2
3	Жилет	1	1
4	Пиджак	-	1
5	Жакет	1	-
6	Юбка	2	-
7	Сарафан	1	-
8	Платье	2	-
9	Джемпер	2	1
10	Футболка	3	3
11	Нижнее белье	7	8
12	Спортивный костюм	1	1
13	Плащ	1	1
14	Куртка демисезонная	1	1
15	Куртка зимняя	1	1
16	Пальто	1	1
	<b>Итого</b>	<b>28</b>	<b>23</b>

Также по данным исследование анализированы количество предметов одежды, которое потребители желали бы приобретать своим детям в течение 1 года (табл. 2.8 – 2.9). Так, например, мальчику младшего возраста в год желательно иметь: брюк 2 ед.; сорочки 3 ед.; жилет 1ед.. Пиджаков, курток зимних и демисезонных – 4 единицы в три года; джемпер 2 ед., футболка – 4 ед., нижнего белья – 8 комплектов; плащ и пальто по 1 в год; спортивных костюмов 3 ед. в 2 года (табл. 2.8).

**Таблица 2.8 – Желательная годовая обеспеченность предметами гардероба мальчиков школьного возраста в зависимости от возрастной группы**

№	Предметы гардероба	Возрастная группа		
		младшая	старшая	подростковая
1	Брюки	2,19	2,18	1,84
2	Сорочка	3,16	3,30	3,02
3	Жилет	1,31	1,25	1,07
4	Пиджак	1,32	1,46	1,11
5	Джемпер	2,10	2,14	1,62
6	Футболка	4,04	4,71	3,86
7	Нижнее белье	8,32	8,0	6,23
8	Спортивный костюм	1,85	2,02	1,58
9	Плащ	1,07	0,89	0,94
10	Куртка демисезонная	1,31	1,5	1,18
11	Куртка зимняя	1,26	1,23	1,18
12	Пальто	1,10	1,06	1
	<b>Итого</b>	<b>29,06</b>	<b>29,79</b>	<b>24,67</b>

**Таблица 2.9 – Желательная годовая обеспеченность предметами гардероба девочек школьного возраста в зависимости от возрастной группы**

№	Предметы гардероба	Возрастная группа		
		младшая	старшая	подростковая
1	Брюки	1,96	2,22	2,35
2	Блузка	3,19	3,68	3,61
3	Жилет	1,20	1,23	1,16
4	Жакет	1,34	1,37	1,29
5	Юбка	1,85	2,06	1,93
6	Сарафан	1,32	1,55	1,32
7	Платье	1,98	2,30	2,19
8	Джемпер	1,82	2,27	2,29
9	Футболка	3,73	5,04	4,08
10	Нижнее белье	7,38	8,38	8,31
11	Спортивный костюм	1,84	1,81	1,98
12	Плащ	1,03	1,17	1,13
13	Куртка демисезонная	1,37	1,37	1,44
14	Куртка зимняя	1,21	1,22	1,31
15	Пальто	1,13	1,20	1,22
	<b>Итого</b>	<b>32,43</b>	<b>36,93</b>	<b>35,60</b>

Размерная типология детского населения [1-4] классифицирует детей школьного возраста на группы: младшая школьная от 7 до 11 лет 6 мес. (включает период в 4 года 6 мес.), старшая школьная от 11 лет 7 мес. до 14 лет 6 мес. (включает период в 3 года), подростковая от 14 лет 7 мес. до 17 лет 11 мес. (включает период в 3 года 4 мес.). Целесообразно при формировании желательного гардероба связать необходимое количество предметов одежды с выделенными временными периодами в каждой возрастной группе (табл. 2.10, 2.11). Приведённые данные показывают, что для младшей возрастной группы как для мальчиков, так и для девочек желательный объем изделий на весь возрастной период превышает примерно на 40%, объем изделий в других возрастных группах. Эти данные свидетельствуют о необходимости увеличения объема выпуска одежды для этой возрастной группы примерно на 40%, чем для старшей и подростковой, но для принятия обоснованного решения необходима статистическая информация об объемах реальных продаж в регионах реализующих продукцию предприятий.

**Таблица 2.10 – Желательная обеспеченность мальчиков одеждой на каждый возрастной период**

№	Предметы одежды	Возрастной период (продолжительность)		
		Младший (4 года 6 мес.)	Старший (3 года)	Подростковый (3 года 4 мес.)
1.	Брюки	10	7	6
2	Сорочка	14	10	10
3	Жилет	6	4	4
4	Пиджак	6	4	4
5	Джемпер	9	6	5
6	Футболка	20	14	13
7	Нижнее белье, комплект	37	24	20
8	Спортивный костюм	8	6	5
9	Плащ	5	3	3
10	Куртка демисезонная	6	5	4
11	Куртка зимняя	6	4	4
12	Пальто	5	3	3

**Таблица 2.11 – Желательная обеспеченность девочек одеждой на каждый возрастной период**

№	Предметы одежды	Возрастной период (продолжительность)		
		Младший (4 года 6 мес.)	Старший (3 года)	Подростковый (3 года 4 мес.)
1	Брюки	9	7	8
2	Блузка	14	11	12
3	Жилет	5	4	4
4	Жакет	6	4	4
5	Юбка	8	6	6
6	Сарафан	6	4	4
7	Платье	9	7	7
8	Джемпер	8	7	7
9	Футболка	17	15	13
10	Нижнее белье	33	25	27
11	Спортивный костюм	8	5	6
12	Плащ	4	3	3
13	Куртка демисезонная	6	4	5
14	Куртка зимняя	5	3	4
15	Пальто	5	3	4

Проведенные исследования актуализировали устаревшие данные, учитывают данные по фактическому состоянию на 2015г. содержат важные для предприятий–изготовителей сведения, так как позволяют прогнозировать ассортимент детской одежды на основе фактической обеспеченности предметами одежды, с учетом потребительских предпочтений и таких факторов как уровень дохода семьи и половозрастного признака. Использование производителями детской одежды результатов исследования для формирования перспективного

ассортимента промышленных коллекций гарантирует высокий потребительский спрос и реализацию выпускаемой продукции, т.е. эффективность производства.

Выполнено исследование предметного состава комплектов одежды школ разных стран мира и России [89]. Структурный анализ образцов школьной формы показал, что разные страны имеют различные варианты школьной формы в связи с многообразием культурных, социальных и религиозных традиций современного общества (рис. 2.7). Несмотря на разнообразие ассортимента, выделены рациональные комплекты школьной формы, как для мальчиков, так и для девочек (рис. 2.7) таких стилевых решений как:

- форма в английском стиле;
- миссионерская форма (в католических школах, а также в школах стран, которые являлись колониями);
- форма, выполненная на основе национального костюма;
- форма в стиле *Casual*
- форма, разработанная с учетом последних модных тенденций.



**Рисунок 2.7 – Рациональные комплекты школьной формы различных стилевых решений для мальчиков и девочек в разных странах мира**

При проведении исследований выявлено, что родителям и ученикам сложно сформировать комплект школьной формы, необходимый на один учебный год.

По результатам анализа стилевых решений школьной формы стран мира составлен перечень предметов, входящих в состав школьной формы каждого стилового направления как для мальчиков, так и для девочек. Для РФ рекомендовано сохранить четыре стилиевых направления, востребованных потребителями, таких как английский стиль, *Casual*, модные тенденции, классика.

На основе данных исследования о фактическом составе гардероба российских школьников и данных анализа по составу школьной формы для каждого стилового решения разработаны рекомендации о количестве и наборе предметов, соответствующих определенному, имеющему мировое распространение, стилю. В таблице 2.12 изделия расположены по убыванию предпочтений.

**Таблица 2.12 – Рациональные годовые комплекты школьной формы различных стилевых решений**

Стиль	Рациональный комплект формы для мальчиков	В год	Рациональный комплект формы для девочек	В год
Английский стиль	Брюки	2	Юбка	1
	Сорочка	3	Блузка	3 или 4
	Пиджак	1	Брюки	1
	Жилет	1	Жакет	1
	Джемпер	1	Джемпер	1
	Галстук	1	Жилет	1
			Галстук	1
Casual	Брюки /шорты	2	Юбка	1
	Сорочка	1	Брюки	1
	Сорочка-поло	2	Блузка	3 или 4
	Жилет	1	Жакет трикотажный	1
	Жакет трикотажный	1	Жилет	1
	Тонкий свитер	2	Тонкий свитер	1 или 2
Модные тенденции	Брюки	2	Юбка	1
	Сорочка	3	Блузка	3-4
	Пиджак	1	Жакет	1
	Жилет	1	Брюки	1
	Джемпер	1	Сарафан / платье	1 или 2
	Жакет трикотажный	1	Жилет	1
	Тонкий свитер	1	Тонкий свитер	1
Классика	Брюки	2	Юбка	1
	Сорочка	3	Брюки	1
	Пиджак	1	Блузка	3 или 4
	Жилет	1	Жакет	1
	Джемпер	1	Платье/сарафан	1 или 2
			Жилет	1

В процессе выполненных маркетинговых исследований получены следующие результаты:

- на основе образцов школьной формы в разных странах мира и предпочтений потребителей в РФ выделены рациональные комплекты школьной формы с учетом различных стилевых решений, что является исходной и актуальной информацией для формирования перспективных промышленных коллекций;
- предложен методический подход для формирования перспективного ассортимента предприятия на основе фактической обеспеченности потребителей предметами одежды и с учетом уровня дохода населения, что обеспечит высокий потребительский спрос и реализацию выпускаемой продукции, т.е. эффективность производства;
- разработана база данных «Формирование рационального гардероба школьника с учетом уровня дохода семьи», зарегистрированная в ФИПС [160] (Приложение И);
- предложена методика формирования требуемых объемов производства с учетом желательной обеспеченности одеждой детей на каждый возрастной период, что обеспечит повышение удовлетворённости потребителей выпускаемой одеждой.

### **2.3 Антропометрические исследования детей школьного возраста г. Москвы и Московской области**

Основная задача швейной промышленности – обеспечение населения одеждой высокого качества. Важнейшим, показателем качества одежды является ее соответствие размерам и форме тела потребителей. Это особенно актуально для детского населения школьного возраста. Известно, что необходимым условием антропометрического соответствия одежды массового производства фигуре потребителей является наличие современных научно обоснованных антропометрических данных.

Математическая обработка материалов обследования позволила получить данные о величине тотальных признаках детей школьного возраста в рассматриваемом регионе. К тотальным признакам относят наиболее крупные антропометрические признаки: рост (длина тела), обхват груди и массу которые отображают внешнюю форму тела ребенка и являются наиболее важными признаками [26, 27].

В ходе антропометрического исследования выявлено, что у детей младшего и старшего школьного возраста, как у девочек, так и у мальчиков наблюдается тенденция изменения ведущих размерных признаков в сторону увеличения. В подростковой группе наблюдается тенденция изменения ведущих размерных признаков в сторону увеличения – у мальчиков, и тенденция к уменьшению обхвата груди и увеличению роста – у девочек (табл. 2.13). Следовательно, для рассматриваемого региона подтверждается предположение о процессе акселерации детей школьного возраста.

**Таблица 2.13 – Средняя длина тела (рост) и обхват груди детей школьного возраста по результатам антропометрического исследования (г. Москва, 2015г.)**

Группа населения	Возрастные группы детей	Размерные признаки	
		Рост (длина тела), см	Обхват груди, см
Девочки	Младшая школьная	137,7	67,9
	Старшая школьная	160,5	81,9
	Подростковая	165,8	87,8
Мальчики	Младшая школьная	139,2	68,5
	Старшая школьная	160,3	80,8
	Подростковая	175,9	90,7

Так как, согласно новой размерной типологии разработанным ОАО ЦНИИШП по данным антропометрического обследования детей, проведенного в 2000-2001гг. [3, 4] среднее значение этих размерных признаков для младшей возрастной группы и у мальчиков, и у девочек равны соответственно 134 и 68см; в старшей возрастной группе –158 и 80см; а в подростковой группе у мальчиков – 176 и 92см, у девочек – 164 и 88см соответственно (рис 2.8).

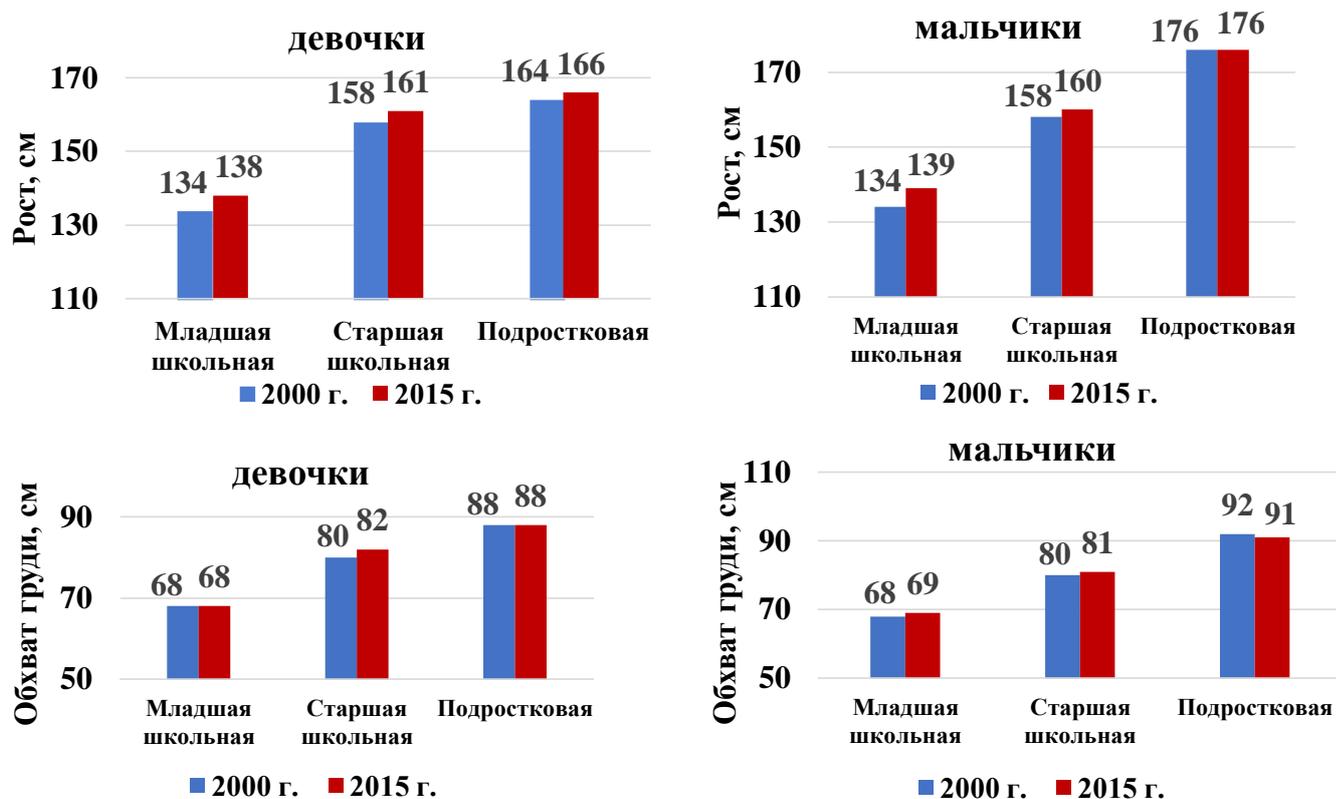


Рисунок 2.8 – Изменение основных размерных признаков детей по возрастным группам

## 2.4 Разработка шкал процентного распределения типовых фигур детей школьного возраста для промышленного производства одежды

Для расчета частоты встречаемости типовых фигур детей школьного возраста (младшая, старшая, подростковая группа) по рассматриваемому району (Москва и Московская область) получены данные о величине основных статистических параметрах ( $M$  и  $\sigma$ ) ведущих признаков ( $T_1$ ,  $T_{16}$ ,  $T_{18}$ ,  $T_{19}$ ) как для мальчиков, так и для девочек.

Самый простой метод определения встречаемости типовых фигур – эмпирический. При построении размерной типологии используется способ теоретического расчета распределения ведущих признаков. Многочисленными наблюдениями установлено, что распределение большинства размерных признаков тела человека близко к нормальному. Под нормальным распределением понимают определенную зависимость между величиной признака и частотой его встречаемости. Его графическое изображение –

одновершинная плавная кривая, которая называется кривой нормального распределения [27]. Применение закона нормального распределения упрощает задачу антропологической стандартизации. При этом расчеты, в том числе определение числа людей, имеющих те или иные размеры могут быть получены с помощью таблиц площадей или нормальной кривой имеющихся в руководствах по математической статистике.

Этапами статистической обработки антропологического материала являются составление вариационного ряда и вычисление основных параметров изучаемого признака. Наилучшим для вычисления параметров вариационного ряда ( $M$  и  $\sigma$ ) является способ моментов.

Анализ антропометрических материалов с целью расчета статистических параметров начинается с группировки детей по возрасту на младшие школьные, старшие школьные и подростковые категории. Методика расчёта частоты встречаемости ведущих признаков у детского населения та же, что и у взрослого. Рассмотрим расчёт основных параметров для вариационного ряда по длине тела мальчиков младшего школьного возраста.

Так на первом этапе составлены вариационные ряды, т.е. отдельные значения признака (рост) в младшей возрастной группе детей сгруппированы в классы, число которых рекомендуется брать порядка 15–18. При этом классовый интервал  $i$  определяем по формуле 2.1:

$$i = \frac{\max - \min}{15(18)} = \frac{166 - 118}{15} \approx 4 \text{ см} \quad (2.1)$$

Это значит, что в один класс следует объединять значения размерного признака (рост), которые отличаются друг от друга не более чем на 4 см. (табл. 2.14).

**Таблица 2.14 – Вариационный ряд по длине тела (мальчики младшего школьного возраста, г. Москва, 2015г.)**

Границы классовых интервалов, см	Численность значения в каждом классе, ед.
118,0-121,9	22
122,0-125,9	28
126,0-129,9	36
130,0-133,9	38
134,0-137,9	52
138,0-141,9	68
142,0-145,9	60
146,0-149,9	34
150,0-153,9	32
154,0-157,9	22
158,0-161,9	8
162,0-165,9	6
166,0-169,9	2
	N408

При большом числе классов кривая будет иметь зигзагообразную форму, при малом числе классов будет дана неплохая характеристика вариационного ряда, поэтому исходя из численности выборки 400 – 730,  $L=10$ .

$$i = \frac{\max - \min}{L} = \frac{166 - 118}{10} \approx 5 \text{ см} \quad (2.2)$$

**Таблица 2.15 – Вариационный ряд по длине тела для построения кривой распределения**

Границы классовых интервалов, см	Численность значения в каждом классе, ед.
113,5-118,4	3
118,5-123,4	17
123,5-128,4	22
128,5-133,4	48
133,5-138,4	69
138,5-143,4	86
143,5-148,4	66
148,5-153,4	46
153,5-158,4	28
158,5-163,4	14
163,5-168,4	8
	N=408

При построении кривой распределения по оси абсцисс откладываем средние значения каждого класса, а по оси ординат – частоту встречаемости признака (рис. 2.9).

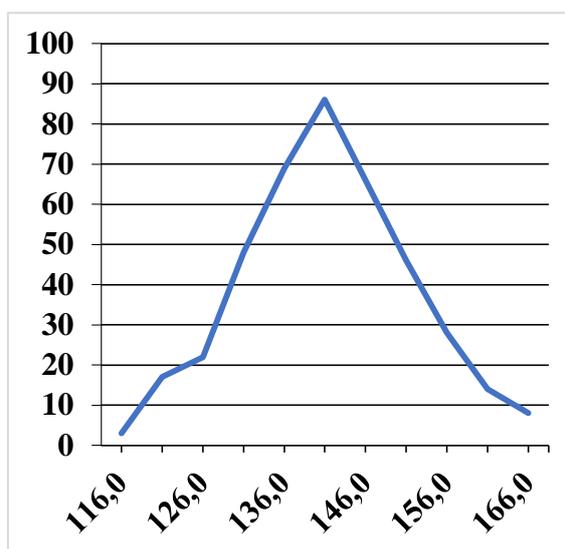


Рисунок 2.9 – Вариационная кривая по длине тела

Анализ вариационной кривой показывает, что наибольшая численность приходится на класс, который находится посередине ряда. Вправо и влево от этого класса число значений убывает, имея наименьшие значения в первом и последнем классе. Такая закономерность наблюдается у всех антропометрических признаков [90].

На втором этапе, для расчета основных параметров вариационного ряда длин тела способом моментов составляем таблицу 2.16, где в первой графе записываем границы классовых интервалов, в графе 2 – средние значения каждого класса, в третьей записываем частоту встречаемости –  $P_x$ .

Среднее значение классového интервала, в котором имеется наибольшее число случаев, выбираем в качестве условной средней величины  $a_x$  и принимаем её равной 0. В данном случае:

$$n = 408; \sum P_x a_x = -56; \sum P_x a_x^2 = 2876;$$

$$\min = 118,0 \text{ см}; \max = 166,0 \text{ см}.$$

$$Me = l_o + i \left( \frac{\frac{n}{2} - n_o}{n_i} \right) = 138,0 + 4(204 - 176) / 68 = 139,64 \text{ см} \quad (2.3)$$

Условная средняя величина (нулевое значение)  $A_x = 140,0 \text{ см}$ . В данном примере момент первой степени равен:

$$v_{1x} = \frac{\sum P_x a_x}{n} = \frac{-56}{408} = -0,1372 \quad (2.4)$$

**Таблица 2.16 – Вычисление параметров для вариационного ряда длин тела способом моментов (мальчиков младшего школьного возраста, г. Москва, 2015г.)**

Границы классовых интервалов, см	Средние значения классовых интервалов, см	$P_x$	$a_x$	$P_x a_x$	$P_x a_x^2$	Число накопленных частот
1	2	3	4	5	6	7
118,0-121,9	120,0	22	-5	-110	550	22
122,0-125,9	124,0	28	-4	-112	448	50
126,0-129,9	128,0	36	-3	-108	324	86
130,0-133,9	132,0	38	-2	-76	152	124
134,0-137,9	136,0	52	-1	-52	52	176
138,0-141,9	140,0	68	0	0	0	244
142,0-145,9	144,0	60	1	60	60	304
146,0-149,9	148,0	34	2	68	136	338
150,0-153,9	152,0	32	3	96	288	370
154,0-157,9	156,0	22	4	88	352	392
158,0-161,9	160,0	8	5	40	200	400
162,0-165,9	164,0	6	6	36	216	406
166,0-169,9	168,0	2	7	14	98	408

Момент первой степени, показывает на какую долю интервала условная средняя величина больше или меньше средней арифметической величины. Средняя арифметическая величина вычисляется по формуле:

$$\bar{X} = A_x + i_x v_{1x} = 140,0 + 4(-0,1372) = 139,45 \text{ см} \quad (2.5)$$

Вычисление среднего квадратичного отклонения производится по формулам:

$$v_{2x} = \frac{\sum P_x a_x^2}{n} = 2876/408 = 7,0490 \quad (2.6)$$

$$S_x = i_x \sqrt{v_{2x} - v_{1x}^2} = 4 \sqrt{7,0490 - (0,1372)^2} = 10,61 \text{ см} \quad (2.7)$$

Таким образом, средняя арифметическая величина по длине тела у мальчиков для данной выборки составляет  $\bar{X} = 139,45 \text{ см}$ , среднее квадратичное отклонение –  $S = 10,61 \text{ см}$ .

Анализ вариационных рядов антропометрических признаков показывает, что крайние значения размеров тела встречаются реже, чем средние или близкие к ним значения.

Кривую нормального распределения рассчитываем в следующей последовательности:

- 1) находим отклонения среднего значения каждого классового интервала от средней арифметической величины  $(x - M)$ ;
- 2) вычисляем нормированные отклонения для каждого классового интервала;
- 3) по таблицам ординат нормальной кривой находим  $\varphi(u)$ ;
- 4) теоретическую численность находим по формуле 2.8:

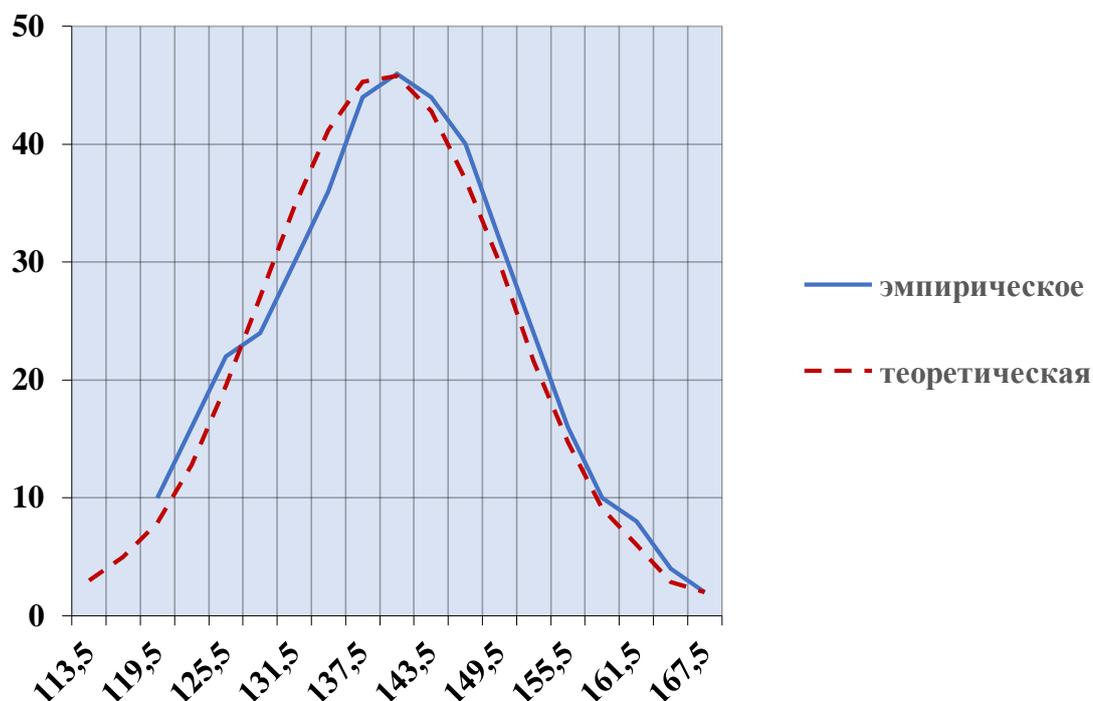
$$n_T = \varphi(u) \frac{n_3 i_3}{\sigma} \quad (2.8)$$

Принимаем классовый интервал равным  $i_x = 3$ . Средняя арифметическая величина для данного арифметического ряда  $M = \bar{x} = 139,45 \text{ см}$  среднее квадратичное отклонение  $\sigma = s = 10,61 \text{ см}$ , численность  $n = 408$ . Расчет кривой нормального распределения представлен в таблице 2.17.

**Таблица 2.17 – Расчет кривой нормального распределения по ординатам нормальной кривой**

Границы классовых интервалов, см	Средние значения классовых интервалов, см	Эмпирическая численность в интервале $n_3$	$x - \bar{x}$	Нормированные отклонения $u = \frac{x - \bar{x}}{s}$	Ординаты нормальной кривой $\varphi(u)$	Теоретическая численность в интервале $n_T$
112,0-114,9	113,5	-	-25,95	-2,45	0,0198	3
115,0-117,9	116,5	-	-22,95	-2,16	0,0387	5
118,0-120,9	119,5	10	-19,95	-1,88	0,0681	8
121,0-123,9	122,5	16	-16,95	-1,60	0,1109	13
124,0-126,9	125,5	22	-13,95	-1,31	0,1692	20
127,0-129,9	128,5	24	-10,95	-1,03	0,2347	27
130,0-132,9	131,5	30	-7,95	-0,75	0,3011	35
133,0-135,9	134,5	36	-4,95	-0,47	0,3572	41
136,0-138,9	137,5	44	-1,95	-0,18	0,3925	45
139,0-141,9	140,5	46	1,05	0,10	0,3970	46
142,0-144,9	143,5	44	4,05	0,38	0,3712	43
145,0-147,9	146,5	40	7,05	0,66	0,3209	37
148,0-150,9	149,5	32	10,05	0,95	0,2541	30
151,0-153,9	152,5	24	13,05	1,23	0,1872	22
154,0-156,9	155,5	16	16,05	1,51	0,1276	15
157,0-159,9	158,5	10	19,05	1,80	0,0790	9
160,0-162,9	161,5	8	22,05	2,08	0,0459	6
163,0-165,9	164,5	4	25,05	2,36	0,0246	3
166,0-168,9	167,5	2	28,05	2,64	0,0122	2
		$n_3=408$				$n_T=408$

После расчета теоретической и эмпирической численности, полученные данные наносим на график, где по оси абсцисс откладываем средние значения классовых интервалов, по оси ординат – частоту встречаемости признака (рис. 2.10).



**Рисунок 2.10 – Эмпирическая и теоретическая кривые по длине тела (у мальчиков младшего школьного возраста)**

Как видно из графика, теоретическая кривая расположена симметрично относительно вертикали, проведенную через среднюю арифметическую величину. Средняя арифметическая величина, медиана и мода в кривой нормального распределения совпадают.

Расхождения между эмпирическим и теоретическим распределениями численно оценивают с помощью таких критерий как коэффициент асимметрии и эксцесса.

Для расчета процентного распределения типовых фигур мальчиков младшего школьного возраста определены значения основных статистических параметров ведущих размерных признаков (табл. 2.18), их средние арифметические значения, а также установлена размах изменчивости признака и рассчитаны коэффициенты асимметрии и эксцесса. Коэффициенты асимметрии и эксцесса, а также величина погрешности  $P < 5\%$  показывают, что отклонения эмпирического ряда от нормального несущественны.

**Таблица 2.18 – Основные статистические параметры размерных признаков фигур мальчиков младшего школьного возраста**

Номер признака	Признак	$M, \text{ см}$	$\sigma, \text{ см}$	$Y_1$	$Y_2$	$P, \%$
1	2	3	4	5	6	7
T1	Длина тела	139,45	10,61	0,078	-0,438	3,52
T16	Обхват груди третий	68,52	7,60	0,341	-0,056	4,59
T18	Обхват талии	66,14	8,11	0,333	-0,114	4,82

Для расчета теоретического распределения длины тела при  $M_x=139,45\text{см}$ ,  $\sigma_x=10,61\text{см}$  (интервал безразличия по росту равен 6 см):

- 1) находим нормированные отклонения средних значений интервалов от исходной средней величины ( $u$ );
- 2) по таблице ординат кривой нормального распределения находим значения  $\phi(u)$  для каждого нормированного отклонения;
- 3) по формуле 2.9 определяем встречаемость признака в каждом из заданных интервалов:

$$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100 \quad (2.9)$$

Последовательность вычислений для примера приведена в таблице 2.19.

**Таблица 2.19 – Расчёт теоретического распределения длины тела мальчиков младшего школьного возраста (7 – 11 лет)  $M_x=139,45$ см,  $\sigma_x=10,61$ см**

Верхняя граница интервалов, X	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100$ %	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-101	-	-	-	-	-	-38,45	-3,62	-	-	-
	104	-35,45	-3,34	0,0015	0,09	-	-	-	0,0011	0,11
-107	-	-	-	-	-	-32,45	-3,06	0,9989	-	-
	110	-29,45	-2,78	0,0084	0,47	-	-	-	0,0053	0,53
-113	-	-	-	-	-	-26,45	-2,49	0,9936	-	-
	116	-23,45	-2,21	0,0347	1,96	-	-	-	0,0204	2,04
-119	-	-	-	-	-	-20,45	-1,93	0,9732	-	-
	122	-17,45	-1,64	0,1040	5,88	-	-	-	0,0601	6,01
-125	-	-	-	-	-	-14,45	-1,36	0,9131	-	-
	128	-11,45	-1,08	0,2227	12,59	-	-	-	0,125	12,50
-131	-	-	-	-	-	-8,45	-0,80	0,7881	-	-
	134	-5,45	-0,51	0,3503	19,81	-	-	-	0,1971	19,71
-137	-	-	-	-	-	-2,45	-0,23	0,591	-	-
	140	0,55	0,05	0,3984	22,53	-	-	-	-0,0383	3,83
-143	-	-	-	-	-	3,55	0,33	0,6293	-	-
	146	6,55	0,62	0,3292	18,62	-	-	-	-0,1866	18,66
-149	-	-	-	-	-	9,55	0,90	0,8159	-	-
	152	12,55	1,18	0,1989	11,25	-	-	-	-0,1133	11,33
-155	-	-	-	-	-	15,55	1,47	0,9292	-	-
	158	18,55	1,75	0,0863	4,88	-	-	-	-0,0496	4,96
-161	-	-	-	-	-	21,55	2,03	0,9788	-	-
	164	24,55	2,31	0,0277	1,57	-	-	-	-0,0165	1,65
-167	-	-	-	-	-	27,55	2,60	0,9953	-	-
	170	30,55	2,88	0,0063	0,36	-	-	-	-	-
					100					

Расчет теоретического распределения ведущих размерных признаков для других возрастных групп детей школьного возраста, как у девочек, так и у мальчиков рассчитаны аналогичным образом (приложение В).

Таким образом, при анализе антропометрических материалов разработаны шкалы процентного распределения типовых фигур мальчиков и девочек в данном районе (табл. 2.20, 2.21). В каждом возрастном интервале на основе рассчитанного процентного распределения, выделены несколько групп типовых фигур, которые отсутствовали в классификации типовых фигур мальчиков и девочек разработанной ОАО ЦНИШП для проектирования одежды в 2000 году [3, 4].

Результаты проведенного антропометрического обследования детей школьного возраста и выполненные расчёты для определения частоты встречаемости типов фигур по ростам, обхватам груди и обхватам талии показали, что в последние годы изменение ведущих размерных признаков тела у детей происходит интенсивно, что приводит к выводу о необходимости регулярного пересмотра шкал процентного распределения типовых фигур детского населения.

Рассчитанные значения распределения типовых фигур мальчиков и девочек дают представление о том, какие типы фигур детей школьного возраста следует принимать во внимание для достижения достаточного уровня удовлетворённости при промышленном изготовлении школьной одежды [90].

Исследована частота встречаемости сочетаний двух ведущих размерных признаков – роста и обхвата груди. Так по сочетанию размерных признаков роста и обхвата груди в младшей возрастной группе для девочек следует выпускать школьную одежду размеров 60–76, старшей возрастной группе – 76–88 и подростковой 80–100 ростов с 128 по 170. Для производства школьной одежды для мальчиков в младшей возрастной группе следует выпускать одежду размеров 60–80, старшей возрастной группе – 68–92 и подростковой группе 80–100 ростов с 122 по 188.

**Таблица 2.20 – Распределение типовых фигур по ростам, обхватам груди и талии внутри возрастных групп (%; мальчики; г. Москва, 2015г)**

Возрастная группа	Рост, см												Обхват груди, см											
	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
Младшая школьная	0,09	0,47	1,96	5,88	12,59	19,81	22,53	18,62	<b>11,25</b>	4,88	1,57	0,36	0,55	1,99	5,38	11,21	17,64	20,95	18,89	12,99	<b>6,71</b>	2,62	0,79	0,18

Возрастная группа	Обхват талии, см															
	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
Младшая школьная	0,49	1,20	2,57	4,79	7,79	11,06	13,68	14,75	13,88	11,39	<b>8,15</b>	5,08	2,77	1,31	0,54	0,20

Возрастная группа	Рост, см											Обхват груди, см												
	134	140	146	152	158	164	170	176	182	188	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108
Старшая школьная	0,7	2,99	8,6	17,00	23,36	22,40	14,98	6,99	2,28	0,5	0,38	1,19	3,06	6,43	11,07	15,54	17,82	16,77	<b>12,89</b>	8,09	4,15	1,74	0,61	0,17

Возрастная группа	Обхват талии, см															
	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93
Старшая школьная	0,23	0,64	1,55	3,31	5,98	9,36	12,77	14,92	15,09	13,14	<b>9,92</b>	6,48	3,66	1,76	0,74	0,27

Возрастная группа	Рост, см							Обхват груди, см									
	158	164	170	176	182	188	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	
Подростковая	0,03	3,86	31,74	40,05	22,08	3,06	1,20	3,54	8,06	<b>14,17</b>	19,12	20,07	16,24	10,13	4,87	1,81	

Возрастная группа	Обхват талии, см													
	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96
Подростковая	1,35	2,07	3,85	<b>6,33</b>	9,14	11,83	13,53	13,72	12,33	9,80	6,98	4,36	2,41	1,18

Размеры, в затонированных ячейках, применяют в промышленности для проектирования одежды.

**Таблица 2.21 – Распределение типовых фигур, по ростам, обхватам груди и талии внутри возрастных групп (%; девочки; г. Москва, 2015г)**

Возрастная группа	Рост, см													Обхват груди, см											
	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	
Младшая школьная	0,16	0,80	2,90	7,68	14,73	20,96	21,80	16,57	9,20	3,74	1,11	0,25	0,38	1,27	3,31	7,11	12,24	16,88	18,68	16,57	11,90	<b>6,82</b>	3,13	1,15	0,34

Возрастная группа	Обхват талии, см															
	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
Младшая школьная	0,75	1,91	4,08	7,45	7,45	14,78	16,27	15,15	11,92	8,02	4,53	2,20	0,87	0,30	0,09	0,02

Возрастная группа	Рост, см										Обхват груди, см												
	134	140	146	152	158	164	170	176	182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	248	254	260	266
Старшая школьная	0,08	0,84	5,16	16,75	29,71	<b>28,22</b>	14,54	4,00	0,59	0,55	1,81	4,60	9,39	15,07	19,02	18,88	14,74	<b>9,05</b>	4,37	1,66	0,5		

Возрастная группа	Обхват талии, см																	
	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	
Старшая школьная	0,06	0,20	0,63	1,61	3,57	6,70	10,63	14,18	16,14	15,52	12,71	<b>8,77</b>	5,11	2,52	1,08	0,38	0,11	

Возрастная группа	Рост, см										Обхват груди, см												
	146	152	158	164	170	176	182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	248	254	260	266	272	278
Подростковая	0,05	1,68	15,52	42,05	32,76	7,44	0,48	0,41	1,74	5,49	<b>12,23</b>	19,68	22,88	19,12	11,41	4,95	1,55	0,34					

Возрастная группа	Обхват бедер, см										
	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	
Подростковая	2,05	<b>5,85</b>	12,45	19,28	22,06	18,54	12,08	5,29	1,76	0,44	

Размеры, в затонированных ячейках, применяют в промышленности для проектирования одежды.

В п.1.3 «методом перебора по сетке» определен действующий в промышленности размеро–ростовочный ряд, путём исследования размеров и ростов готовой одежды по данным, приведённым на официальных сайтах производителей или их торговых представителей.

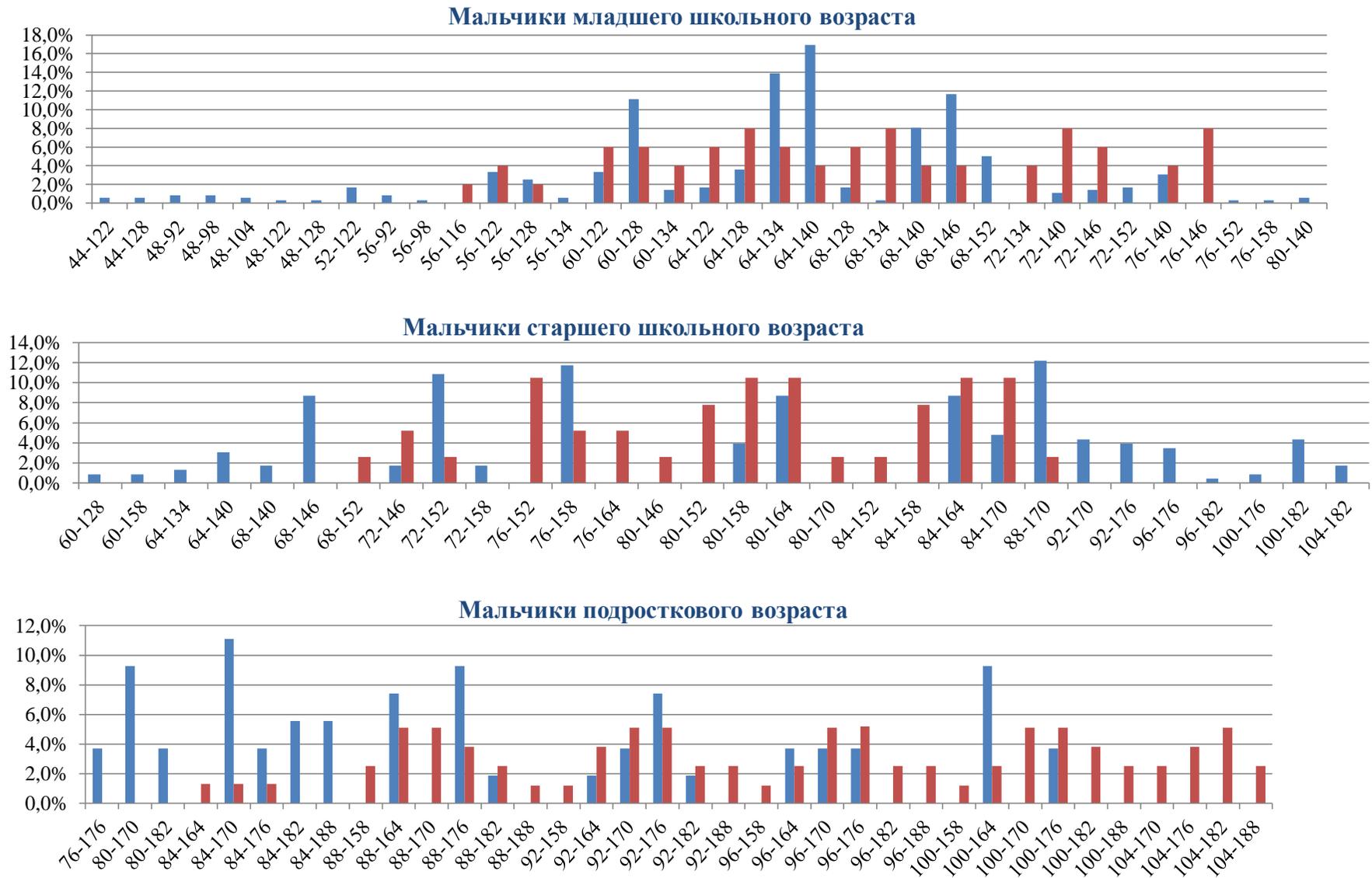
Проведён сравнительный анализ разработанных шкал процентного распределения детских фигур, полученного по данным антропометрического исследования с размеро–ростовочным рядом, действующим в промышленности. На диаграммах (рис. 2.11, 2.12) представлено графическое сравнение. Встречаемость размеров – ростов детей школьного возраста, определённая по результатам исследования показана синим цветом Красным цветом указаны данные, по которым российские производители в настоящее время разрабатывают предметы школьной одежды. Диаграммы построены для каждой школьной возрастной группы (младшая, старшая, подростковая).

На основе сравнения этих данных можно сделать вывод, что существуют расхождения между реальным количеством типов фигур и данных, используемых производителями. Так, в подростковой группе не рекомендуется выпускать школьную одежду для мальчиков: размера 88 с ростами 158, 188; размера 92 с ростами 152, 158; размеров 96–100 ростами 158, 182, 188; размера 104 с ростами 170 по 188. Для девочек подростковой группы не рекомендуется выпускать школьную одежду размера 96 ростом 176; размера 100 с ростами 158 и 176; размера 104 с ростами с 164 по 176.

По данным выполненных антропометрических исследований производителям рекомендуется принимать во внимание типовые фигуры с наибольшей частотой встречаемости, такие, например, как в младшей возрастной группе для девочек 72–152, а для мальчиков в подростковой группе 80–170. Указано сочетание размерных признаков обхвата груди и роста.



**Рисунок 2.11 – Сравнительный анализ шкал процентного распределения детских фигур, полученного по данным антропометрического исследования с размером – ростовочным рядом, действующим в промышленности**



**Рисунок 2.12 – Сравнительный анализ шкал процентного распределения детских фигур, полученного по данным антропометрического исследования с размером – ростовочным рядом, действующим в промышленности**

В работе по данным антропометрического исследования фигур детей г. Москвы и Московской области получена рациональная система типовых фигур мальчиков и девочек школьного возраста (табл. 2.22, 2.23).

**Таблица 2.22 – Обновленная система типовых фигур девочек школьного возраста для проектирования одежды по данным 2015г.**

Обхват груди Возраст	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96
Младшая школьная 7лет–11лет 6мес.	128 134	128 134 140 146	140 146	140 146 152	152					
Старшая школьная 11лет 7мес. – 14лет 6 мес.					158 164	158 164	158 164 170	158 164		
Подростковая 14лет 7мес. – 17лет 11 мес.						164 170	164 170	158 164 170	164 170	164 170

**Таблица 2.23 – Обновленная система типовых фигур мальчиков школьного возраста для проектирования одежды по данным 2015г.**

Обхват груди Возраст	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
Младшая школьная 7лет–11лет 6мес.	122 128	128 134 140	140 146 152								
Старшая школьная 11лет 7мес. – 14лет 6 мес.			146	152	158	158 164	164 170	170	170 176		
Подростковая 14лет 7мес. – 17лет 11 мес.						170	170 176 182 188	164 176	170 176	164 170 176	164 176

Таким образом, выполненные в работе массовые антропометрические исследования детского населения позволили создать актуальный перечень размеров и ростов детского населения и уточнённые шкалы процентного распределения фигур детей, которые востребованы швейной промышленностью и будут способствовать повышению удовлетворённости населения выпускаемой соразмерной одеждой.

### **Выводы по второй главе**

1. Предложен методический подход для формирования перспективного ассортимента предприятия на основе данных о фактической обеспеченности потребителей предметами одежды и с учетом уровня дохода населения, что обеспечит высокий потребительский спрос и реализацию выпускаемой продукции, т.е. эффективность производства.
2. Предложен состав рационального гардероба школьников, выделены рациональные комплекты школьной формы с учетом различных стилевых решений, на основе анализа образцов школьной формы в разных странах мира и исследования предпочтений потребителей в РФ.
3. Выполнена статистическая обработка результатов антропометрического исследования. Определены средние арифметические значения, установлен размах изменчивости ведущих размерных признаков в каждой половозрастной группе. Построены теоретические и эмпирические кривые нормального распределения. Расхождения между эмпирическим и теоретическим распределением оценены с помощью таких критериев, как коэффициент асимметрии и эксцесса, а также величины погрешности, которые для всех исследуемых признаков показывают, что отклонения эмпирического ряда от нормального несущественны.
4. На основе математической обработки результатов антропометрического исследования выделены несколько групп типовых фигур в каждом возрастном интервале с учетом их рассчитанного процентного распределения, которые отсутствовали в классификации типовых фигур мальчиков и девочек разработанного ОАО ЦНИШП для проектирования одежды в 2000 году.
5. Выполненные в работе массовые антропометрические исследования детского населения позволили создать обновленную систему размеров и ростов детского населения и уточнённые шкалы процентного распределения фигур детей, которые востребованы швейной промышленностью и будут способствовать повышению удовлетворённости населения выпускаемой соразмерной одеждой.

### ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ФИГУР В ДИНАМИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для проектирования одежды высокого качества, обеспечивающей свободу движений в динамике необходимо учитывать изменение размерных признаков и формы тела человека при совершении движений, определяемых видом профессиональной или бытовой деятельности.

Из выполненного в п.1.2 критического обзора способов изучения системы «человек – одежда» в динамике в России и в мире явно следует, что способы 3D сканирования, как самостоятельно, так и совмещённые с разными типами датчиков позволяют быстро, качественно с высокой точностью получить полную информацию о взаимодействии фигуры человека и одежды как в статике, так и в динамике. Эти методы выделены в отдельный класс, так как основаны на применении современных цифровых технологий, передающих данные удаленно через *WIFI* или с помощью инфракрасного излучения и *Bluetooth* в доступном формате в единую цифровую среду проектирования одежды.

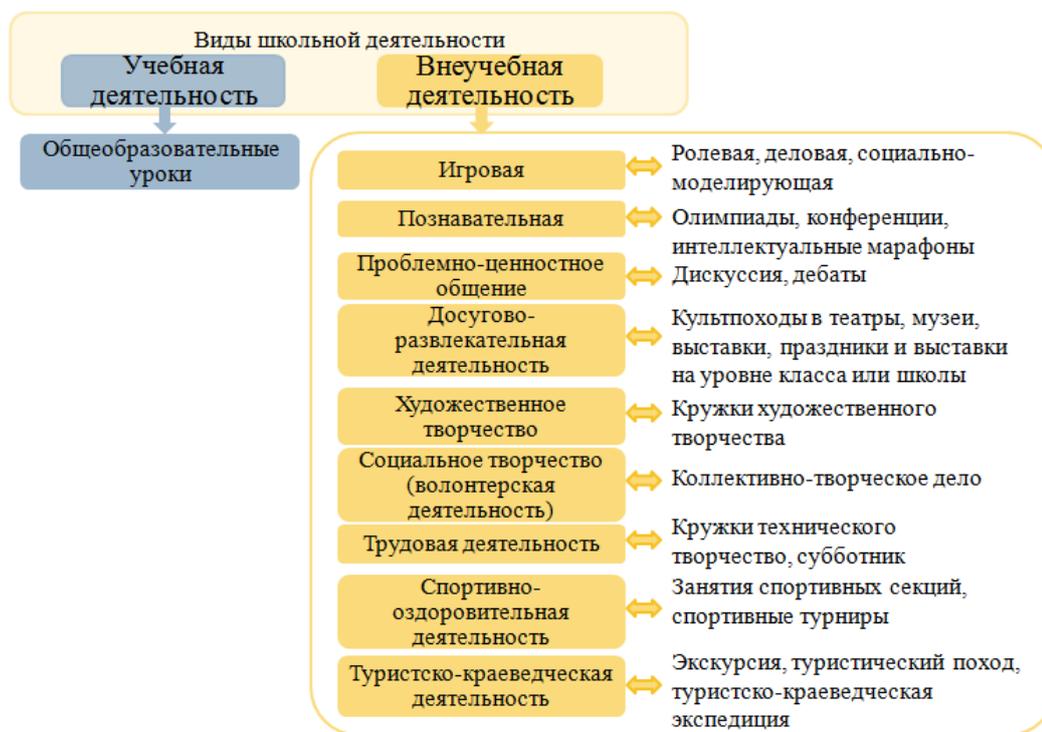
Несмотря на разнообразие существующих способов разработки эргономичной одежды с учетом динамических эффектов размерных признаков целесообразно предложить *методику определения конструктивных параметров одежды с учетом вида деятельности с помощью 3D и цифровых технологий, так как* качественно изменился технический уровень инструментов и способов получения цифровой информации о форме фигуры и взаимодействии одежды с фигурой. Разработка такой методики позволит производителю повысить качество одежды, а потребителю принять активное участие в процессе проектирования, благодаря применению мобильных устройств и приложений для определения индивидуальных антропометрических характеристик, и их изменения в динамике.

### 3.1 Исследование системы «Человек-одежда» с учётом учебной и внеучебной деятельности школьников

Большую часть своего времени школьники, особенно младшего и старшего возраста проводят в среднем учебном заведении или в учебном заведении дополнительного образования. Как правило, у детей нет возможности сменить школьную форму на повседневную или спортивную одежду, обеспечивающую комфорт. Следовательно, учитывая вышеперечисленные обстоятельства необходимо уделять особое внимание эргономическим требованиям при проектировании школьной одежды.

Динамические эффекты, рекомендуемые НИИШП ЧССР с учетом видов движений характерных для взрослых в повседневной жизни, не могут быть использованы, при проектировании детской одежды, так как проведенные исследования [54] показали, что в зависимости от возраста человека величины динамических эффектов к размерным признакам различны. Следовательно, существующие классификации движений и выявленные закономерности изменений размерных признаков взрослого населения не дают полного представления о движениях, совершаемых детьми школьного возраста.

Исследование антропометрических характеристик детских фигур целесообразно провести с учётом видов движений, выполняемых школьниками в течение дня. Для этого проведено разделение активной деятельности школьников на учебную и внеучебную, в рамках которых происходит обучение, воспитание и социализация [70, 87]. Доступные в школе виды деятельности показаны на рисунке 3.1. Рисунок отражает **учебную** и основные **направления внеучебной** деятельности: спортивно – оздоровительное, художественно–эстетическое, научно–познавательное, военно–патриотическое, общественно–полезную и проектную деятельность.



**Рисунок 3.1 – Виды учебной и внеучебной деятельности**

Для проектирования эргономичной одежды принципиальное значение имеет результат и эффект учебной и внеучебной деятельности с точки зрения влияния на процесс проектирования одежды (рис. 3.2). Результат – представляет собой итог участия школьника в деятельности, например, костюм, потерял свою форму в процессе спортивной деятельности. Эффект – последствие действий, то, к чему привело достижение результата. В частности, для приведённого примера – конструктору необходимо предусмотреть в спортивной одежде художественно – конструктивные и технологические прибавки, пакет материалов, обеспечивающие сохранность заданной внешней формы, удобство эксплуатации в движении и гигиенические характеристики.

Таким образом, возникает прямая зависимость влияния видов деятельности школьников на процесс проектирования одежды. На первом этапе разработчик учитывает особенности учебной и внеучебной деятельности. На втором этапе принимает решение о необходимости изменения конструкции, замене материалов, введения дополнительных конструктивных и декоративных элементов. Результатом становится коллекция одежды, предназначенная для определённых условий учебной и внеучебной деятельности школьников.



**Рисунок 3.2 – Учёт видов учебной и внеучебной деятельности при проектировании одежды**

Например, в процессе игровой или трудовой деятельности одежда подвержена деформации под влиянием процессов жизнедеятельности человека. В процессе трудовой, учебной, игровой деятельности возникает износ одежды в местах повышенной нагрузки, что требует от разработчика предусмотреть изменение прибавок на свободу движений, усилительные конструктивные элементы и т.д. Величина деформации одежды в отдельных местах или дискомфорт потребителя в процессе носки одежды представляет собой стимул для изменения состава гардероба или внесения изменений в техническое задание при проектировании одежды. Для каждого вида деятельности, приведён возможный эффект влияния вида деятельности на одежду и меры, которые могут обеспечить соответствие одежды виду деятельности (рис.3.2). Таким образом, вид деятельности определяет виды движений, что в свою очередь приводит к изменению исходной информации, необходимой при проектировании одежды.

### **3.2 Исследование и разработка классификации характерных движений школьников, определяющих эргономические параметры школьной одежды**

С учётом выявленных в п.3.2. видов учебной и внеучебной деятельности проведено исследование динамических поз и движений, которые выполняют школьники в течение дня. Наблюдения проведены в трёх группах. В первую группу вошли дети начальных классов (6–11 лет), во вторую группу дети средних классов, а третью группу составили дети старших классов в возрасте от 15 до 18 лет. Выделение групп школьников проведено в соответствии с принятой классификацией на детей младшего школьного, старшего школьного и подросткового возраста.

Наблюдение за школьниками, а также просмотр и анализ современных российских фильмов о школьной жизни, школьных роликов, размещённых на официальных сайтах учебных заведений, позволили получить полную информацию о двигательной активности каждой группы школьников. Наблюдение за детьми велось как в помещениях, во время занятий, так и на переменах после занятий в общеобразовательных школах и заведениях дополнительного образования.

Выявлено, что во время внеучебной деятельности на прогулках и переменах, движения детей более разнообразны, чем во время занятий. Выделены наиболее часто повторяющиеся движения. Это бег, ходьба, приседания, прыжки, наклоны туловища и головы, взмахи рук вперёд, назад, а также подъем рук вверх. В ходе наблюдений установлено, что поза «Сидя на корточках», встречается во всех группах – у школьников начальных, средних и старших классов. Результаты анализа показали, что характер движений школьников средних и старших классов отличается от движений детей младших классов большей уверенностью и точностью. Дети младших классов обладают низким уровнем развития координации и избытком лишних двигательных реакций.

В соответствии с выявленными в ходе исследования характерными движениями разработана классификация движений школьников [94, 97]. Согласно

разработанной классификации (рис. 3.3, 3.4) все движения школьников во время учебной и внеучебной деятельности разделены на две группы: выполняемые в положении стоя и в положении сидя. В свою очередь каждая из этих групп, включает в себя движения, которые могут быть объединены в три подгруппы: движения верхних конечностей, нижних конечностей и движения туловища.

**Верхние конечности** очень подвижны и способны выполнять самые разнообразные движения. Основные движения верхних конечностей: сгибание и разгибание в локтевом суставе, отведение в плечевом суставе (вперёд–назад, в сторону).

Подвижность **нижних конечностей** по сравнению с верхними ограничена, так как они служат для опоры. Основные движения нижних конечностей: сгибание и разгибание в коленном суставе, локомоторные движения (ходьба, бег, прыжок).

К **движениям**, совершаемым **туловищем**, относятся наклоны корпуса вперед, назад и в стороны. Наклоны тела сопровождаются сгибанием и разгибанием конечностей, наклоном головы.



Рисунок 3.3 – Классификация движений школьника из положения «Стоя»



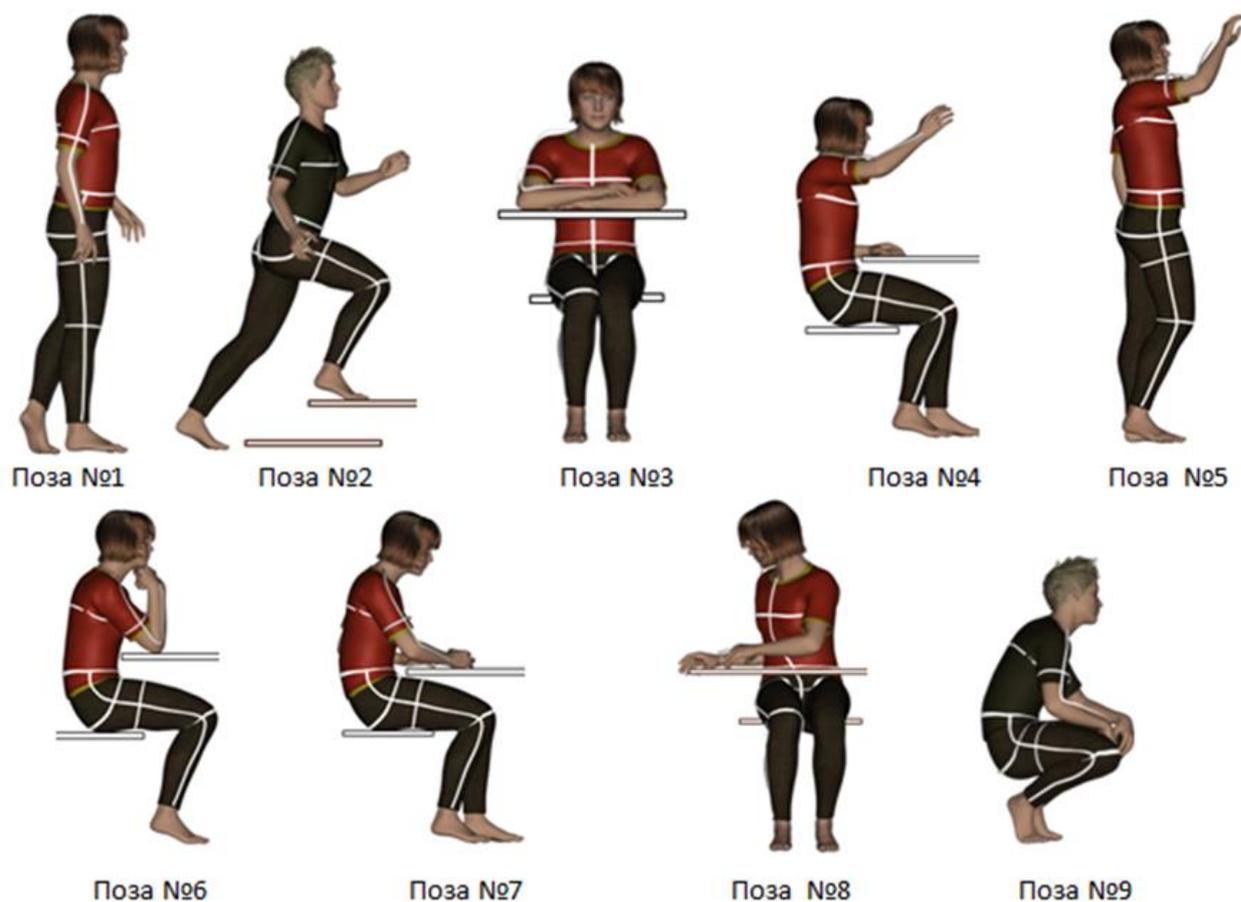
**Рисунок 3.4 – Классификация движений школьника из положения «Сидя»**

В ходе анализа результатов наблюдений из большого числа движений, выполняемых школьниками как во время учебной, так и во время внеучебной деятельности выбраны девять наиболее типичных. Изображения часто встречающихся поз представлены на рисунке 3.5 и выполнены в трехмерной среде с помощью программы «*DAZ 3DStudio*». На рисунках визуализированы места измерений основных антропометрических признаков (на рисунке 3.5 отображены белыми линиями) при различных динамических позах.

Поза №1 – «Ходьба» передвижение человека, при котором опора на одну ногу циклично сменяется двуопорным периодом, а затем опорой на другую ногу. При ходьбе контакт с опорой не теряется.

Поза № 2 – «Бег» передвижение человека, при котором опора на одну ногу циклично сменяется отрывом от опоры обеих ног (период полета), а затем опорой на другую ногу. Движения «Бег» и «Ходьба» занимают большую часть времени перемены.

Поза № 3 – «Ученик». Ученик сидит на стуле прямо, голеностопный, коленный, тазобедренный суставы при сидении образуют прямой угол, предплечья лежат на поверхности стола, образуя в локтевом суставе прямой угол, плечи находятся на одном уровне.



**Рисунок 3.5 – Изображения характерных движений школьников**

Поза № 4 – «Готов ответить». Ученик сидит на стуле, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом ( $100^{\circ}$ – $110^{\circ}$ ), с поднятой одной (чаще правой) рукой вперед выше уровня плеч образуя в локтевом суставе прямой или тупой угол. Другое предплечье при этом, образуя также в локтевом суставе прямой угол, свободно лежит на парте. Голова, туловище, плечи расположены параллельно краю парты.

Поза № 5 – «Ответ у доски». Ученик стоит прямо, ноги вместе, вес тела перенесен на одну ногу или распределен равномерно на обе конечности, с поднятой одной (чаще правой) рукой вперед выше уровня плеч, образуя в локтевом суставе тупой угол ( $130^{\circ}$ – $140^{\circ}$ ).

Поза № 6 – «Внимание сидя». Ученик сидит на стуле прямо, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом ( $100^{\circ}$ – $110^{\circ}$ ), поставив локти на парту и упираясь подбородком в сжатые кулаки.

Поза № 7 – «Письмо за партой» динамическая поза при выполнении письменных работ. Ученик сидит на стуле прямо, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом ( $100^{\circ}$ – $110^{\circ}$ ), руки согнуты в локтях, предплечья лежат на плоскости парты симметрично, плечи на одном уровне, голова чуть наклонена вперед.

Поза № 8 – «Поворот туловища». Ученик сидит на стуле, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом ( $100^{\circ}$ – $110^{\circ}$ ), и поворачивает туловище направо или налево. Предплечья лежат на плоскости стола несимметрично, голова наклонена назад.

Поза № 9 – «Сидя на корточках». Ученик сидит на корточках голень с бедром образует угол  $45^{\circ}$ , руки полусогнуты.

Проведено ранжирование частоты встречаемости выделенных основных поз. Для этого в процессе наблюдений отмечалась частота встречаемости выделенных видов движений в заданный промежуток времени. Для определения видов движений во время выполнения учебной деятельности в качестве заданного периода выбран урок и следующая за ним перемена. Внеучебная деятельность школьников изучалась в группах продлённого дня. Для определения видов движений во время выполнения внеучебной деятельности в качестве заданного периода выбраны промежутки по 45 минут, с интервалом между заданными промежутками не менее часа, для того, чтобы вид выполняемой ребёнком деятельности успел измениться.

Проведён анализ видеозаписей экспертами, которые подсчитали выполненные движения и поставили количество в анкете. В анкете приведён перечень возможных динамических поз во время выполнения учебной и внеучебной деятельности (приложение Д). В качестве экспертов было привлечено 50 человек студентов 4–го курса бакалавриата, освоивших дисциплину «Основы прикладной антропологии и биомеханики».

Для определения наиболее часто встречающихся динамических поз использовался метод ранжирования, требующий достаточной степени согласованности мнений экспертов, оцениваемой по коэффициенту конкордации

$W$ , и представляющего собой коэффициент корреляции группы экспертов. Значимость коэффициента конкордации  $W$  определялась путем расчета критерия Пирсона. Значения коэффициентов конкордации и критерий Пирсона с вероятностью 95% свидетельствуют о высокой неслучайной согласованности мнений экспертов (приложение Д, табл. Д2).

Результаты оценки частоты встречаемости выделенных динамических поз графически изображены на рисунке 3.6.

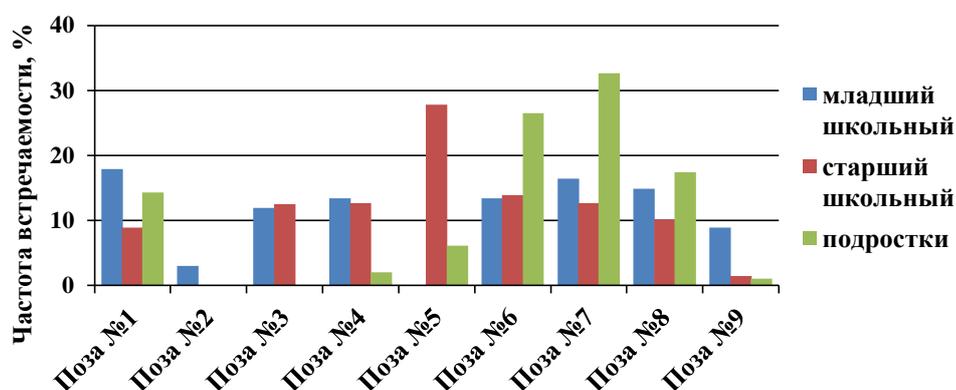


Рисунок 3.6 – Диаграмма распределения частот встречаемости динамических поз

В качестве основных поз для проведения исследования изменения размерных признаков в динамике выбраны следующие: положение сидя руки находятся на плоскости стола (Поза № 3), положение сидя с поднятой рукой (Поза № 4), положение стоя с поднятой рукой (Поза №5), положение сидя руки согнуты в локтевом суставе под острым углом (Поза №6), положение сидя поворот туловища назад (Поза №8).

### 3.3 Разработка системы трехмерного сканирования на основе сенсора

#### *Microsoft Kinect*

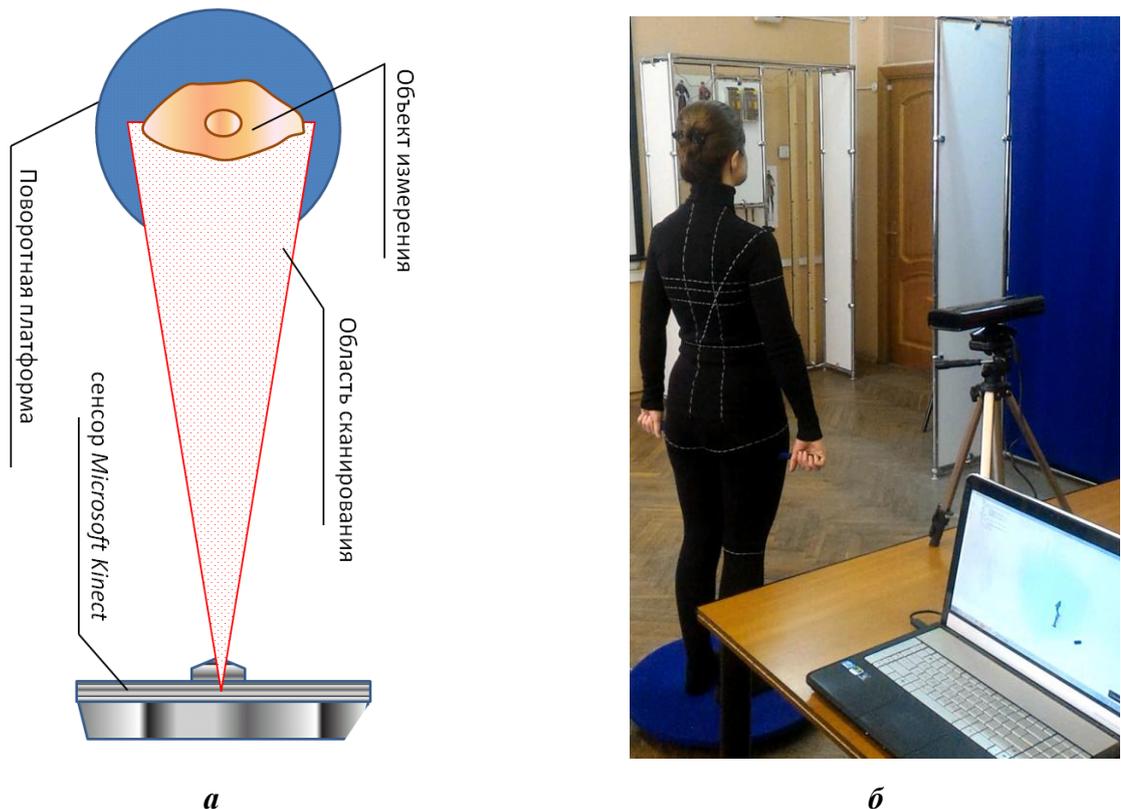
Подробный критический анализ существующего оборудования для проведения антропометрических исследований системы «Человек–одежда» с использованием 3D и цифровых технологий выполнен в п.1.1. Проанализированный спектр средств сканирования обширен и разнообразен. Автором предложена классификация рассмотренных систем, способов, устройств

и приложений с выделением их на профессиональные системы, требующие высоких затрат на оборудование и программное обеспечение для трехмерного сканирования и смарт-технологии, отличающиеся доступностью для потребителя за счёт незначительного снижения качества получаемых трехмерных моделей.

Для изучения фигуры человека в динамике и статике разработана система 3D сканирования на основе сенсора *Microsoft Kinect*, с применением приложения для построения 3D моделей в реальном времени *ReconstructMe* [149] и программного обеспечения *SizeReader* [135], разработанного на кафедре ХМКТШИ РГУ им. А.Н. Косыгина. В состав оборудования предложенной системы входит:

- 1) один сенсор *Microsoft Kinect*;
- 2) поворотная платформа для фигуры, совершающая полный оборот в течение 60сек.;
- 3) компьютер и монитор.

Принципиальная схема размещения оборудования в предложенной системе 3D сканирования и внешний вид приведены на рис. 3.7.



**Рисунок 3.7 – Принципиальная схема системы трехмерного сканирования (а) и внешний вид (б)**

Общим недостатком систем сканирования, которые предлагаются производителями мобильных устройств, планшетов, сенсоров и т.д. является сложность точного определения размерных признаков отсканированных фигур, или вообще невозможность выполнить измерения. В связи с этим сканированные фигуры проходили обработку в программном обеспечении *SizeReader*. С его помощью, возможно, выполнить следующие операции:

- отобразить *3D* модель, выполнить масштабирование, поворот в нужный ракурс;
- построить и отобразить сечения *3D* модели в горизонтальной, фронтальной и сагиттальной плоскостях;
- измерить расстояния на поверхности сканированного изображения между любыми точками сканированной модели в интерактивном режиме;
- измерить проекционные, обхватные и дуговые размерные признаки;
- сохранить результаты измерений;
- экспортировать полученные данные в системы автоматизированного проектирования одежды.

### **Разработка методики проведения трехмерного сканирования с помощью сенсора *Kinect*.**

Рекомендуемый диапазон измерений объекта: от 0,5 до 2м.

Метод измерений: бесконтактный.

Средства измерений, вспомогательные устройства: система *3D* сканирования на основе сенсора *Kinect*, программное обеспечение *SizeReader* и *ReconstructMe*.

Условия измерений: **особые** требования отсутствуют.

Требования к положению измеряемого объекта: измеряемый объект должен находиться в зоне охвата сенсора *Kinect*, на расстоянии 1,2м и далее.

Требования к объекту сканирования: проведение сканирования возможно, как для фигуры без одежды, в нижнем белье, так и для фигуры в одежде.

Поза измеряемого в статике: стоит прямо без напряжения, положение осанки привычное; руки опущены вдоль тела, положение рук зафиксировано с

помощью охвата кистями специальных ограничителей; ноги расположены на позициях, обозначенных на платформе.

Поза измеряемого в динамике: соответствует описанию, сформулированному для каждого динамического движения. Для фиксации конечностей в заданном положении используют специальные приспособления в виде подставок, фиксаторов и т.д.

**Последовательность действий при работе с системой 3D сканирования.** При первоначальной настройке оборудования или после изменения положения сенсора *Kinect* следует:

- определить зону охвата сенсора (рис. 3.8, а);
- разместить сканируемый объект в зоне охвата сенсора *Kinect* (рис. 3.8, а);
- произвести 3D сканирование в автоматическом режиме (рис. 3.8, б);
- сохранить 3D модель в базе данных программного обеспечения *SizeReader*;
- определить размерные признаки фигуры с помощью *SizeReader*.

Проведение 3D сканирования возможно в двух разных режимах. В первом случае сенсор стационарно устанавливается относительно объекта. Объект располагается на платформе. Платформа автоматически осуществляет поворот объекта вокруг собственной оси, в течении 60 секунд. Процесс сканирования в автоматическом режиме отражает рисунок 3.8.

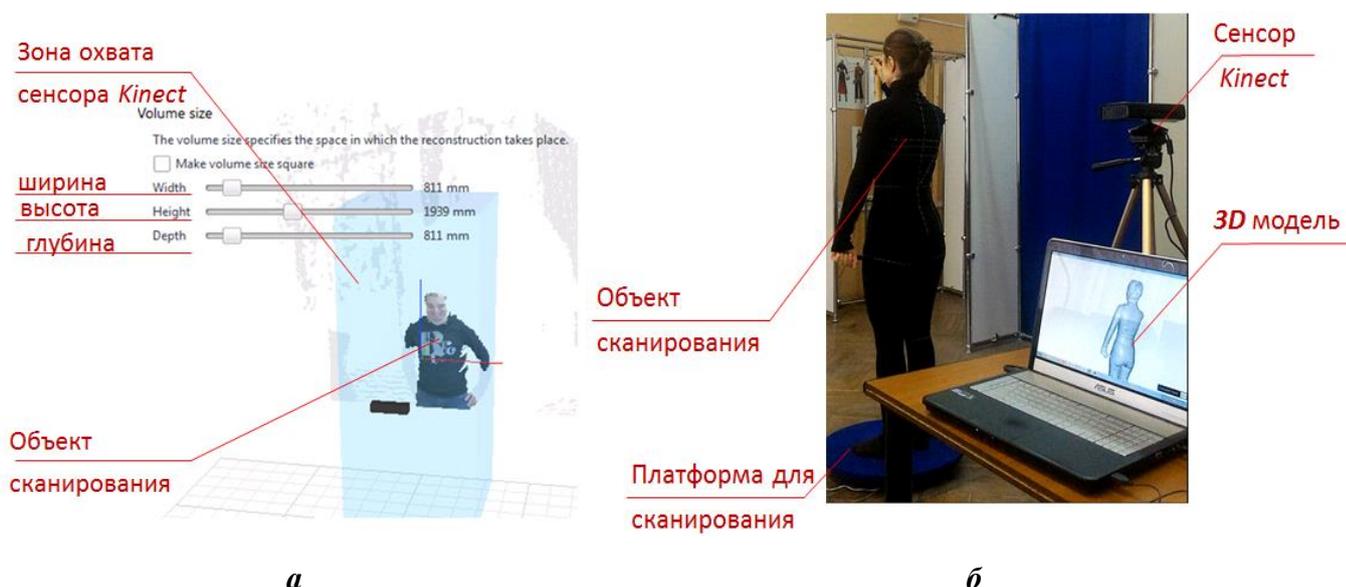


Рисунок 3.8 – Трехмерное сканирование: а – определение зоны охвата сенсора и размещение объекта; б– сканирование

При проведении сканирования фигур в динамике возникает сложность установки дополнительных приспособлений на платформе, позволяющих фигуре занять динамическую позу, как например, в положении «Сидя за партой». Предложено использовать другой режим 3D сканирования. В этом случае оператор с сенсором *Kinect* осуществляет обход вокруг объекта (рис. 3.9).

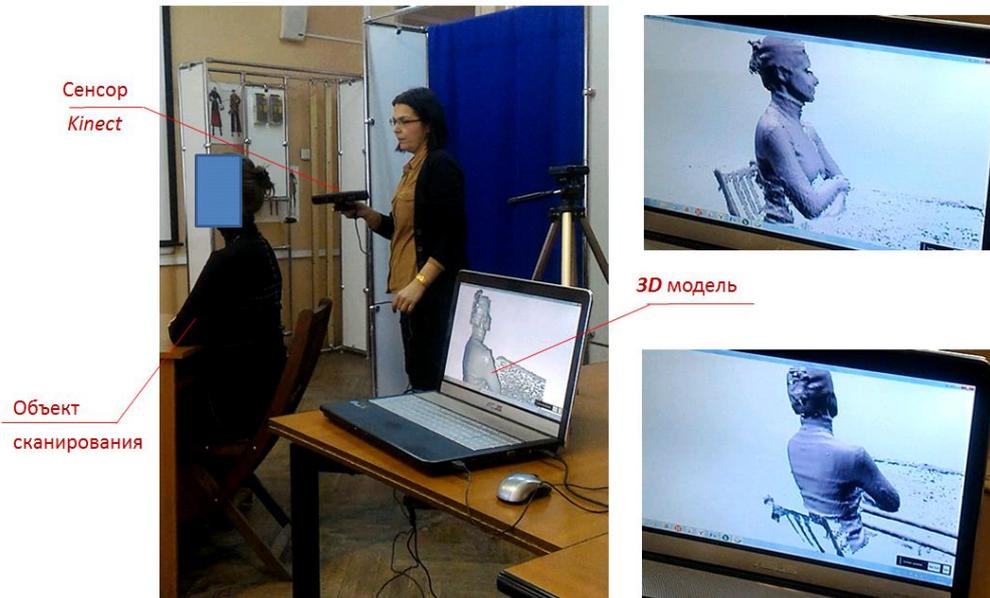


Рисунок 3.9 – Ручное 3D сканирование сенсором *Kinect*

Дальнейшая обработка и получение антропометрической информации выполняется в программе *SizeReader*. Получение проекционных, обхватных и дуговых размерных признаков происходит с помощью универсальных команд «Путь», «Обхват», «Расстояние», «Глубина» и выбор плоскости «X», «Y» или «Z» в которой необходимо произвести измерения (рис. 3.10). С помощью этих команд определяют вертикальные, горизонтальные, продольные, сквозные и проекционные, диаметры, высоты, глубины, а также любые размерные признаки по поверхности фигуры.

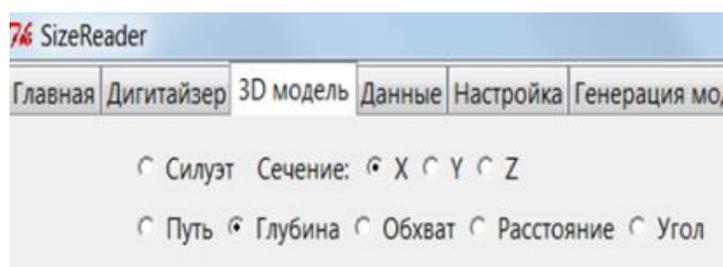


Рисунок 3.10 – Меню для определения размерных признаков

### ***Проверка метрологических характеристик предложенной системы.***

Основными характеристиками качества результатов измерений являются

точность и достоверность. В работе до начала использования системы сканирования выполнена проверка получаемых метрических характеристик, а именно: цены деления, предела измерения системы сканирования, и погрешность показаний. Для того чтобы полностью охарактеризовать предлагаемую систему, необходимо также определить интервал деления шкалы, точность отсчёта и нестабильность показаний.

Для оценки погрешности измерений использовали способ сравнения полученного результата с истинным значением измеряемой величины. В качестве истинного значения измеряемой величины использовали действительное значение [12]. Действительное значение – значение измерения, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него. К действительным значениям отнесены данные полученные сканированием того же объекта на стационарной установке МГУДТ [61], метрологические характеристики которой известны из работ [48, 49, 84].

3D модели позволяют измерить дуговые и обхватные размеры манекена. Оценить точность и достоверность полученных данных предлагается на основании сводной таблицы 3.1, в которую занесены результаты измерения обхватных размерных признаков детского манекена и погрешность измерений.

Погрешность результатов измерений, полученных с их помощью не превышает пределов, установленных ГОСТ Р 8.563–96.

**Таблица 3.1 – Таблица результатов обмеров трехмерных манекенов**

№ размерного признака	Наименование размерного признака	Система сканирования МГУДТ	Система сканирования <i>Kinect</i>	Погрешность
1	2	3	4	5
T13	Обхват шеи	30,0	30,1	0,1
T16	Обхват груди III	57,0	57,07	0,07
T18	Обхват талии	53,8	53,9	0,1
T19	Обхват с учетом выступа живота	61,0	61,1	0,1
T31	Ширина плечевого ската	13,0	13,1	0,1
T53	Поперечный d п	25,0	25,1	0,1
T55	Поперечный d т	22,5	22,6	0,1
T56	Поперечный d б	24,6	24,7	0,1

$$\Delta = X_{\text{ср}_{\text{МГУДТ}}} - X_{\text{ср}_{\text{Kinect}}} \text{ (см)}, \quad (3.1)$$

где,  $X_{\text{ср}_{\text{МГУДТ}}}$  – ср. ариф. значения измерений, полученных контактным способом с помощью установки МГУДТ (приложение Г, табл. Г2);

$X_{\text{ср}_{\text{Kinect}}}$  – ср. ариф. значения измерений, полученных с разработанного устройства Kinect (приложение Г, табл. Г1).

Сводная таблица результатов расчетов метрологических величин приведена в таблице 3.2.

**Таблица 3.2– Сводная таблица результатов расчётов метрологических величин**

Показатель	Сканирование сенсором <i>Microsoft Kinect</i>	Система сканирования МГУДТ
Цена деления $c \geq \Delta$ .	1 мм	1 мм
Случайная погрешность среднеарифметических значений $\delta x$	$\pm 0,3$ см	$\pm 0,1$ см
Погрешность $\Delta \pm$ см	$\pm 0,1$ см;	$\pm 0,1$ см;
Относительная погрешность $\delta$	$\pm 0,55\%$	$\pm 0,18\%$

Ценой деления называют значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы. Значения величин цены деления для систем 3D сканирования определяется используемым программным обеспечением *SizeReader* и приведены в таблице 3.2. Для предлагаемой системы сканирования *Kinect* качество полученных результатов измерения соответствуют требованиям, предъявленным в ГОСТ Р 8.563–96 [11], который допускает погрешность измерения  $\pm 0,3$  см. Относительная погрешность  $\delta$  равна отношению абсолютной погрешности  $\Delta$  к действительному значению измеряемой величины  $X_{\text{ср}_{\text{МГУДТ}}}$ :

$$\delta = \Delta / X_{\text{ср}_{\text{МГУДТ}}}, \text{ или } \delta = 100 \cdot \Delta / X_{\text{ср}_{\text{МГУДТ}}} \text{ (\%)} \quad (3.2)$$

Результаты определения относительной погрешности измерений, получаемых с помощью предлагаемой системы внесены в таблицу 3.2.

Таким образом, предложенная система 3D сканирования на основе сенсора *Kinect*, обеспечивает необходимую точность получаемых размерных характеристик, в широком формате для экспорта в САПР одежды, а также доступна для использования любым потребителем в домашних условиях. Система позволяет определить широкий спектр размерных признаков фигуры человека,

как в статике, так и в динамике, выполнить построение различных абрисов и сечений, необходимых для проектирования одежды.

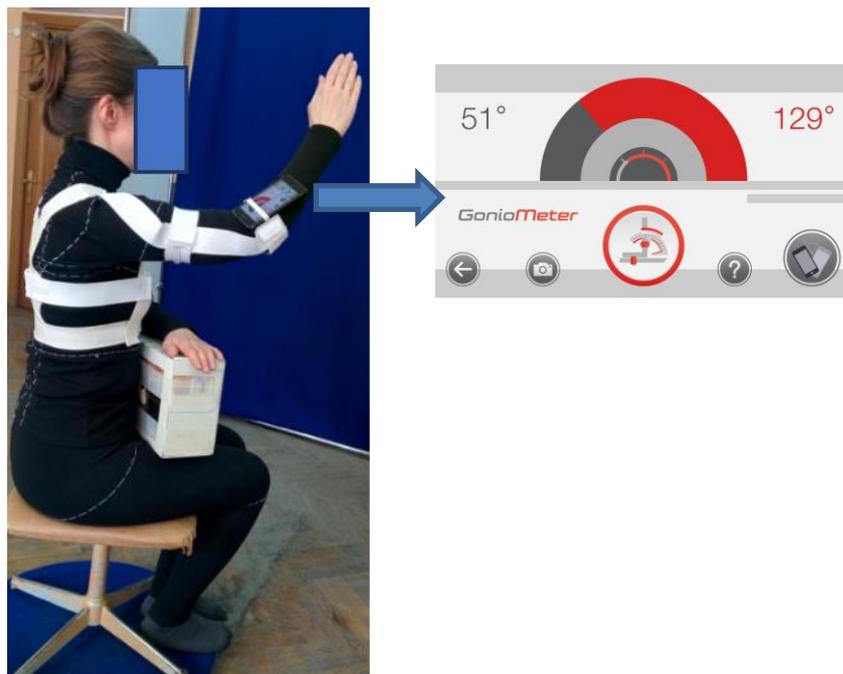
### **3.4 Разработка устройства для контроля положения конечностей и определения количественных акустических данных при проведении измерений в динамике**

Благодаря использованию современных технологий и привлечению потребителя к получению информации о фигуре можно модифицировать задачи, которые стоят перед исследователем при изучении фигуры человека в динамике. Так, например, мобильные устройства, которые ежедневно используются потребителем в повседневной жизни, могут выступать в качестве системы получения точной специализированной информации о видах деятельности человека и реакции организма на выполняемую деятельность. В частности широко применяются приложения, в которых пользователь может отследить количество пройденных за определённый период времени метров, потраченных калорий, траекторию и скорость движения и т.д. Известны приложения, позволяющие отследить вибрацию, изменение положения тела в пространстве, уровень шума и яркость свечения.

Широкий спектр инструментов, которые может заменить одно мобильное устройство, позволяет применить его в качестве бесконтактного датчика передающего информацию о состоянии человека, выполняющего определённый род деятельности, качестве материалов и одежды, в частности, оценить положение конечностей при выполнении динамических движений. Для этого предложена конструкция фиксатора с прозрачными карманами, в котором размещают мобильные устройства с установленными приложениями для измерения положения объекта в пространстве. В ФИПС подана заявка на изобретение «Устройство для контроля положения конечностей при выполнении динамических

движений».

Для контроля положения конечностей при выполнении сканирования фигуры в динамике в позе № 4 и в позе № 5 мобильные устройства с установленным приложением для измерения угла закрепляли на плече и предплечье испытуемого. Человек занимал требуемое положение на платформе для сканирования и одновременно со сканированием в режиме реального времени происходила запись данных об изменении положении руки во время проведения сканирования (рис. 3.11).



**Рисунок 3.11 – Устройство для контроля положения конечностей при выполнении динамических движений**

В дальнейшем осуществляли контроль полученных данных и в случае отклонения положения руки от заданного в описании динамической позы, проводились повторные сканирования.

При проведении исследований с предложенным устройством выявлена возможность фиксации акустических данных, возникающий при трении ткани о ткань при выполнении динамических движений. Определение количественных акустических данных позволит прогнозировать состав пакета материалов. При проектировании некоторых видов одежды (военной, больничной, хирургической) существует необходимость оценить фактор возникновения шума, при

выполнении динамических движений, как один из критериев, влияющих на качество швейных изделий. Например, при изготовлении хирургической одежды необходимо оценивать такой сложно измеримый показатель, как шуршание ткани ГОСТ EN 13785 – 2011 «Хирургическая одежда и белье, применяемые как медицинские изделия для пациентов, хирургического персонала и оборудования. Часть 1. Требования к исполнению и уровни исполнения» [5].

Для этого предложена конструкция жилета, в котором предусмотрена возможность фиксации мобильного устройства на различных участках фигуры (рис. 3.12). Жилет, состоит из таких деталей как задняя часть 1, боковая часть 2, передняя часть 3, бретелей 4, пояса 5, и шлевок 6, причем средняя и боковая части являются съёмными, так как концы обработаны с помощью ленты «велкро» для фиксации желаемой ширины по линии груди и нижнего края жилета. Для обеспечения удобства движения в жилете такие детали как передняя и боковые части, бретели, пояс и шлёвки выполнены из эластичной ленты шириной 4,5см, концы обработаны лентой «велкро».

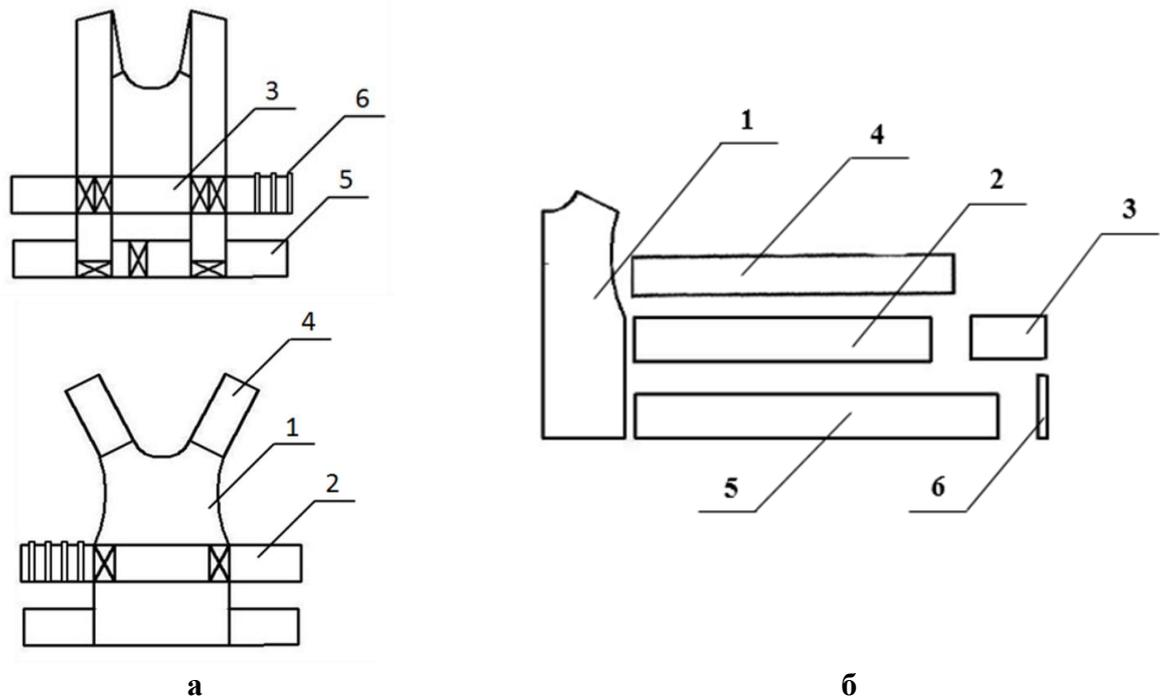


Рисунок 3.12 – Жилет для фиксации мобильного устройства: а – внешний вид, б – конструкция

В ФИПС подана заявка на изобретение «Устройство оценки качества одежды на основе акустических данных при выполнении динамических движений».

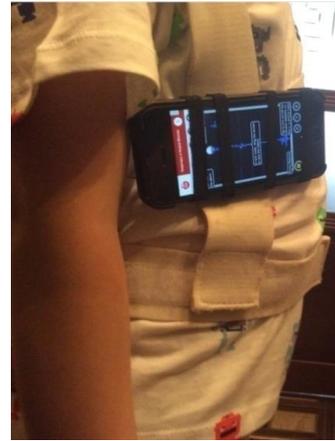
Жилет, с закреплённым мобильным устройством, одевают на потребителя в готовой одежде (рис. 3.13).



а



б



в

**Рисунок 3.13 – Проведение пробного испытания системы «жилет–мобильное устройство–мобильное приложение»**

Программа испытаний включает в себя ходьбу, бег трусцой и быстрый бег, а также изучение движения руки человека при выполнении перечисленных действий. С помощью предложенной системы **«жилет–мобильное устройство–мобильное приложение»** возможно, получить данные о траектории движения рук при ходьбе, скорости движения, и записать шум, создаваемый при трении ткани о ткань.

Полученные акустические данные (рис. 3.14, а–б) впоследствии обрабатывают с помощью специальной программы для определения параметров звука. На основе этих данных можно изучить взаимосвязи между структурой ткани и ее механическими свойствами. Шум, возникающий при трении, содержит

информацию о свойствах материала, изменение свойств материала приводит к изменению звукового спектра. Звук, создаваемый трением ткани, зависит от параметров, таких как переплетение нитей, шероховатость поверхности, толщина нитей, и т.д. а также от физической или химической обработки текстильного материала.

Показания такой системы *«жилет–мобильное устройство–мобильное приложение»* будут иметь определённую погрешность, так как существует внешний шум, который в основном обусловлен шумом движущихся элементов системы, передаваемый через отверстия камеры мобильного телефона. Поэтому для анализа шума, вызванного только тканями (рис. 3.14, а), необходимо определить и исключить внешний шум разработанной системы, без образца материала готовой одежды. Для этого следует записать звуковую картину при выполнении программы испытаний раздетым человеком в разработанной системе *«жилет–мобильное устройство–мобильное приложение»* (рис. 3.14, б), а затем исключить эти данные.

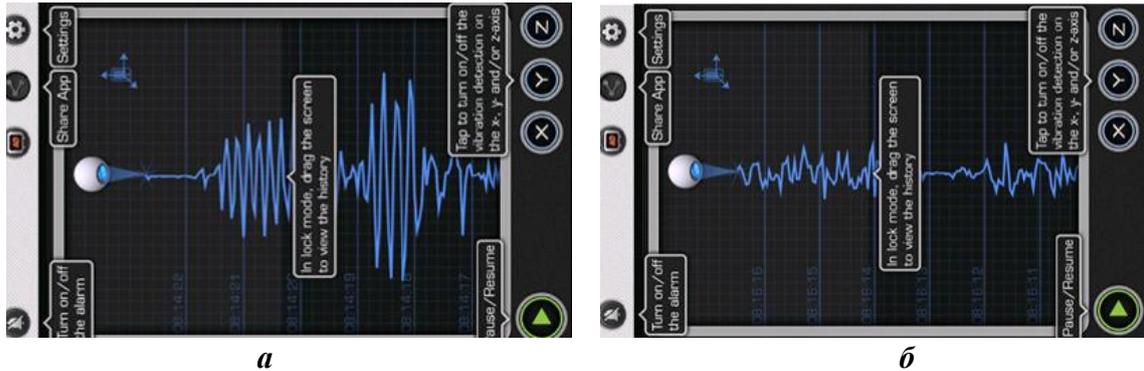


Рисунок 3.14 – Акустические данные звука трения: а – в одежде; б – без одежды

Пробное тестирование системы *«жилет–мобильное устройство–мобильное приложение»* для одежды из двух различных видов материала, обычно используемых для изготовления спортивной одежды, с различными структурными характеристиками, обнаружены значительные различия при измерении звука, возникающего при трении. Предлагаемое устройство может быть использовано для проектирования и повышения качества спортивной, больничной, хирургической и военной одежды.

### 3.5 Исследование изменений размерных признаков в динамике с помощью трехмерных и цифровых технологий

На основе выполненного в п.3.1 исследования учебной и внеучебной деятельности школьников для выделенных в п.3.2 типов движений проведено исследование изменений размерных признаков в динамике. Для этого разработана методика исследования с помощью системы 3D сканирования с применением сенсора *Microsoft Kinect*, предложенной в п.3.3:

- определение перечня размерных признаков, подверженных изменению в процессе выполнения движений, влияющих на конструктивные характеристики одежды;
- 3D сканирование фигуры в статике;
- определение значений размерных признаков фигуры в статике;
- 3D сканирование фигуры в динамической позе – в специальном костюме, на котором нанесены места измерений размерных признаков в динамике, с одновременным контролем положения конечностей;
- определение значений размерных признаков в динамической позе;
- определение динамических эффектов размерных признаков путем сравнения данных 3D сканирования тела человека в статике и динамике.

Предложена обобщённая последовательность процесса определения динамических эффектов с помощью системы сканирования (рис. 3.15).

Для определения перечня размерных признаков, подверженных изменению в процессе выполнения движений, влияющих на конструктивные характеристики одежды проведён анализ наиболее известных расчетно – графических методик конструирования детской одежды: ЦНИИШП [43], ЦОТЛШ [31] и ЕМКО СЭВ [28-30], методика РосЗИТЛП [55] и зарубежные методики – «Мюллер и сын» (Германия) [39, 40], методика дизайнера У. Алдрич (Англия) [17]. Полный перечень размерных признаков, используемых перечисленными методиками приведены в таблице Е1 (приложение Е).



**Рисунок 3.15 – Обобщённая последовательность процесса определения динамических эффектов с помощью трехмерного сканирования**

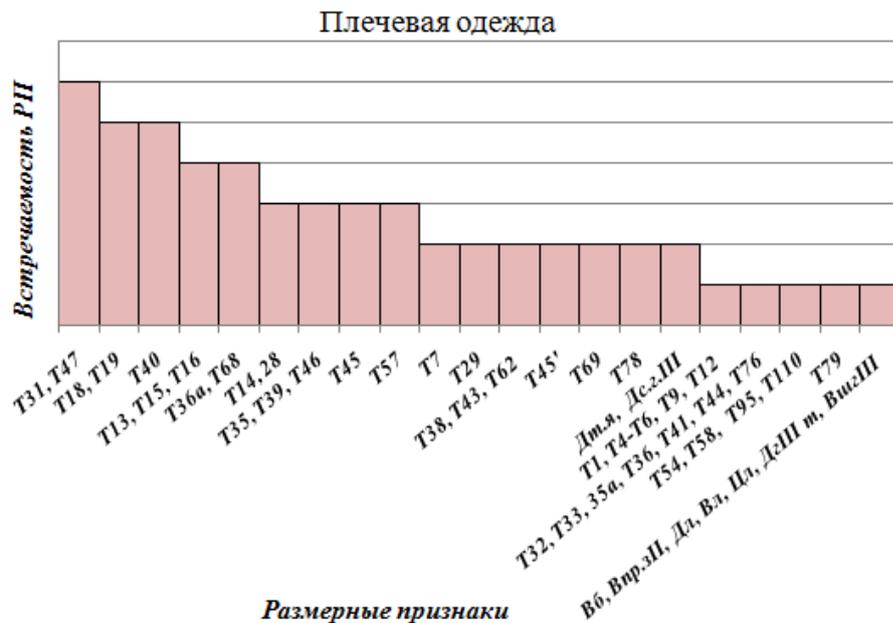
Результаты оценки частоты встречаемости размерных признаков в методиках графически изображены на рисунках 3.16, 3.17, где размерные признаки показаны в порядке убывания частоты встречаемости.

Выявлено, что наиболее используемыми при проектировании одежды размерными признаками, являются следующие: Т16 (Т15) – обхват (полуобхват) груди третий или второй, Т18 – обхват (полуобхват) талии, Т19 – обхват (полуобхват) бедер.

При разработке конструкции плечевой одежды такие размерные признаки как, Т13 – обхват шеи, Т47 – ширина спины, Т31 – длина плечевого ската, Т40 – длина спины до талии с учетом выступа лопаток и Т36а – длина талии спереди, Т45 – ширина груди, Т28 – обхват плеча встречаются в большинстве методик.

Необходимо отметить, что в отдельных методиках используют ряд

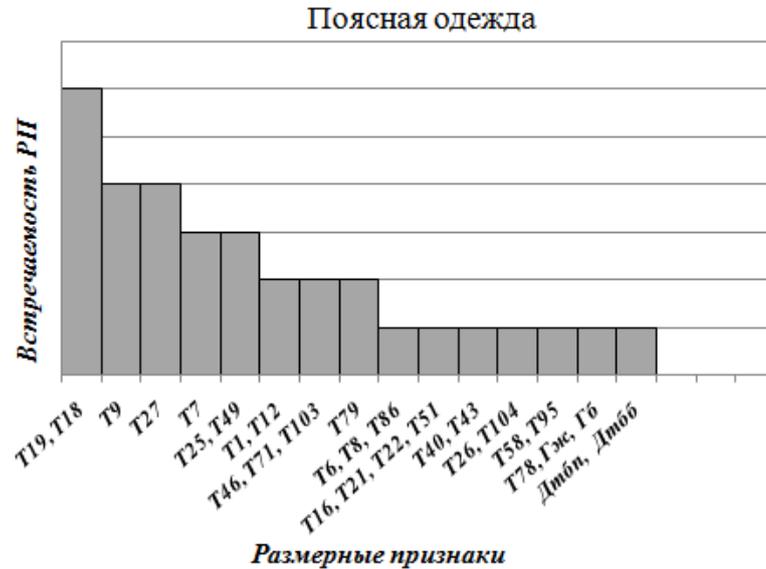
измерений, характерных только для этих методик и не предусмотренные стандартами. Например, размерный признак Дт.б.б– длина дуги от линии талии до линии бедер сбоку и Дт.б.п – спереди, Гж – выступ живота, Гб – глубина прогиба талии по боку,  $V_{штIII}$  – высота груди (проекционная),  $D_{штг}$  – длина талии спереди от выступающей точки груди до линии талии, Цл – расстояние между центрами лопаток, Дл – длина и  $V_{л}$  – высота лопатки, и  $V_{б}$ –высота бедер измеряемая от шейной точки. Перечисленные размерные признаки не учитывались при проведении эргономических исследований.



**Рисунок 3.16 – Частота встречаемости размерных признаков в методиках конструирования**

При разработке конструкции поясной одежды в рассматриваемых методиках чаще встречаются такие размерные признаки как, Т7 – высота линии талии, Т9 – высота коленной точки, Т25 – расстояние от линии талии до пола сбоку, Т27 – длина ноги по внутренней поверхности и Т49 – расстояние от линии талии до плоскости сидения (рис. 3.11). Также по диаграмме выявлено, что такие измерения как обхваты колена и бедра (Т22, Т21) имеют минимальную встречаемость.

При проектировании плечевой одежды минимальную встречаемость имеют размерный признаки Т78 –глубина талии первая и Т79 – вторая, Т58 – переднее–задние диаметры обхвата груди и Т95 – талии, Т43 – расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку и Т41 – высота плеча косая.



**Рисунок 3.17 – Частота встречаемости размерных признаков в методиках конструирования**

Кроме перечня значимых размерных признаков, определённых путем анализа применяемых методик конструирования, выявлены размерные признаки, не указанные в методиках, однако подверженные значительному изменению. Для этого выполнен анализ изменяющихся в динамике размерных признаков по отсканированным 3D моделям (приложение Ж, табл. Ж1–Ж2). Изучены размерные признаки, которые изменяются при указанных движениях и влияют на величину конструктивных параметров. Изменения размерных признаков происходит как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

В статической позе при глубоком вдохе увеличиваются равномерно обхваты (T16, T18, T19, T119), и поперечные измерения туловища (T45, T47), также длина отдельных частей туловища (T40, T43, T61). Значительно изменяются поперечные измерения верхней части туловища в области спины и подмышечных впадин при движении рук вперед. При движениях рук вверх, наклонах вперед, поворотах в стороны увеличиваются продольные измерения туловища.

Анализируя 3D модели фигур в динамике можно сделать следующие выводы:

- размерные признаки характеризующие длину туловища со стороны спины в положениях сидя увеличиваются (T40, T41, T43) при этом наблюдается

уменьшение размерных признаков определяющих длину туловища спереди и сбоку (Т36, Т36а (Т61), Дт.сб, Рт.т.сп);

- наблюдается во всех рассматриваемых позах увеличение размерных признаков, которые определяют длину конечностей (Т62, Т68, Т27, Т104, Др.зу.лок., Др.зу.зап., Дн, Дб);

- размерные признаки, определяющие обхваты туловища (Т13, Т16, Т18, Т19, Т119), и конечностей (Т28, Т105, Т21, Т22) во всех положениях сидя увеличиваются, но наблюдается неравномерное изменение дуговых поперечных измерений: размерный признак ширина груди (Т45) в ряде рассматриваемых поз уменьшается, при этом наблюдается значительное увеличение размерного признака ширина спины (Т47);

- увеличиваются и такие измерения как задняя поперечная дуга ягодичной области (Шя), передняя поперечная дуга туловища в области гребня подвздошных костей (Шт.под.к), расстояние от линии талии до линии обхвата туловища спереди и сзади (Рт.т.сп, Рт.т.сз) во всех выделенных положениях сидя, характерных для школьников;

- изменение положение плечевой точки и заднего угла подмышечной впадины в рассматриваемых позах приводят к уменьшению ряда размерных признаков, таких как расстояния между плечевыми точками (Т122), ширины плеча (Т31), и увеличению измерения высоты плеча косой (Т41), длины туловища сбоку (Дт.сб).

Анализ основных выделенных поз позволил определить перечень размерных характеристик в большей степени изменяющихся при движениях школьниками (табл. 3.3)

**Таблица 3.3 – Размерные признаки, изменяющиеся в динамике**

РП	Школьная одежда (плечевая и поясная одежда)
Подверженные к изменению	Т16, Т18, Т19, Т28, Т105, Т31, Т122, Т45, Т47, Т40, Т41, Т43, Т36, Т36а, Дт.сб, Т62, Т68, Т27, Т21, Т22, Т104, Шя, Рт.т.сп, Рт.т.сз, Рт.к, Шт.под.к
Активно изменяющиеся	Т16, Т18, Т19, Т28, Т40, Т41, Т43, Т45, Т47, Т36а, Т68, Т22, Т21

Для расчёта величин прибавок, учитывающих динамику тела по основным участкам конструкции школьной одежды близкие по характеру движения

объединены в общую и выбраны позы «Ученик» (Поза №3), «Готов ответить» (Поза № 4), «Ответ у доски» (Поза №5).

Для изучения влияния изменения РП в динамике на конструктивные параметры школьной одежды составлена программа измерений размерных признаков в статике (табл. 3.4) и в динамике (табл. 3.5).

**Таблица 3.4 – Программа измерений детских фигур школьного возраста в статике**

№	Размерный признак ГОСТ	Описание измерения	Изображение позы
1	2	3	4
1.	T16	Измеряется горизонтально вокруг туловища через сосковые точки.	
2.	T18	Измеряется горизонтально вокруг туловища на уровне линии талии.	
3.	T47	Измеряется по лопаткам между задними углами подмышечных впадин.	
4.	T40	Измеряется по позвоночнику расстояние от точки основания шеи сзади до уровня талии.	
5.	T36a	Измеряется по поверхности тела расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии через сосковую точку.	
6.	T68	Измеряется расстояние от плечевой точки до линии обхвата запястья.	
7.	T28	Измеряется перпендикулярно оси плеча на уровне заднего угла подмышечной впадины.	
8.	T45	Измеряется расстояние по поверхности тела между передними углами подмышечных впадин.	
9.	T43	Измеряется параллельно позвоночнику расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии.	
10.	T22	Измеряется горизонтально вокруг ноги на уровне коленной точки.	

Таблица 3.5 – Программа измерений детских фигур школьного возраста в динамике

№	Условное обозначение размерного признака	Описание измерения	Изображение позы
1	2	3	4
1.	Td16	Измеряется горизонтально вокруг туловища через сосковые точки в динамических позах.	
2.	Td18	Измеряется горизонтально вокруг туловища на уровне линии талии в положениях сидя.	
3.	Td47	Измеряется расстояние по поверхности тела между задними углами подмышечных впадин в динамических позах.	
4.	Td40	Измеряется по позвоночнику расстояние от точки основания шеи сзади до уровня талии в динамических позах.	
5.	Td36a	Измеряется по поверхности тела расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии через сосковую точку в динамических позах.	
6.	Td68	Измеряется расстояние от плечевой точки до линии обхвата запястья в динамических позах.	
7.	Td28	Измеряется перпендикулярно оси плеча на уровне заднего угла подмышечной впадины в динамических позах.	
8.	Td45	Измеряется расстояние по поверхности тела между передними углами подмышечных впадин в динамических позах.	
9.	Td43	Измеряется параллельно позвоночнику расстояние от точки основания шеи сбоку до уровня талии	
10.	Td22	Измеряется горизонтально вокруг ноги на уровне коленной точки в динамических позах.	

Процесс проведения 3D сканирования девочек подросткового возраста на примере поз «Готов ответить» и «Ответ у доски» с помощью сенсора приведен на рис. 3.18.

*а**б*

Рисунок 3.18 – Процесс проведения 3D сканирования: а – поза «Готов ответить»; б – поза «Ответ у доски»

В качестве испытуемых выступали девочки подросткового возраста в количестве 100 человек с обхватом груди 84-88см, обхватом бедер 80-94см, ростом 164-170см и мальчики младшего школьного возраста в количестве 40 человек с обхватом груди 64-68см, обхватом талии 66-69см, ростом 140-146см.

Проведена статистическая обработка результатов сканирования фигур девочек и мальчиков в статике и динамике в выбранных позах (приложение Ж, табл. Ж4–Ж8) и рассчитаны динамические эффекты в соответствии с программой исследований.

Величина динамического эффекта  $di$  размерного признака рассчитана по формуле:

$$di = \frac{(Nd - Nc)}{Nc} * 100\% \quad (3.3)$$

где,  $Nd$  – значение измерения в динамике, см;

$Nc$  – значение измерения в статике, см.

Величины динамических эффектов в абсолютных и относительных единицах по данным исследования фигур девочек подросткового возраста и мальчиков младшего школьного возраста приведены в таблицах 3.6., 3.7.

**Таблица 3.6 – Значения динамических эффектов размерных признаков фигур девочек подросткового возраста**

№	Размерный признак по ГОСТ	Значение в статике, $Nc$ , см	Динамический эффект к размерному признаку при выполнении эргономической позы					
			Поза «Ученик»		Поза «Готов ответить»		Поза «Ответ у доски»	
			$Nd$ , см	$di$ , %	$Nd$ , см	$di$ , %	$Nd$ , см	$di$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	T16	84,5	2,86	3,4	3,12	3,68	3,12	3,68
2.	T18	64,6	2,25	3,48	1,66	2,54	0	0
3.	T47	32,9	4,25	12,77	3,51	10,67	3,8	11,43
4.	T40	40,6	3,52	8,67	2,07	5,08	1,12	2,76
5.	T36a	41,5	-2,14	-5,15	4,45	10,69	4,77	11,46
6.	T68	56,8	4,06	7,14	2,20	3,83	1,97	3,46
7.	T28	25,9	1,19	4,57	1,19	4,57	1,19	4,57
8.	T45	31,5	-3,51	-11,14	2,64	8,38	2,39	7,58
9.	T43	43,17	3,60	8,34	3,01	6,95	1,7	3,93
10.	T22	33,57	2,60	7,28	2,60	7,28	0	0

По данным исследования наиболее активно при выполнении движений школьниками во время учебной и внеучебной деятельности изменяется

размерный признак ширина спинки (Т47), увеличивается до 5,06 см в зависимости от вида движения, с одновременным изменением ширины груди (Т45) в меньшую сторону в среднем на 1,5 см. Значительный динамический эффект (до 3,6 см), также наблюдается у размерного признака Т43 – расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии.

**Таблица 3.7 – Значения динамических эффектов размерных признаков фигур мальчиков младшего школьного возраста**

№	Размерный признак по ГОСТ	Значение в статике, $N_c$ , см	Динамический эффект к размерному признаку при выполнении эргономической позы					
			Поза «Ученик»		Поза «Готов ответить»		Поза «Ответ у доски»	
			$N_d$ , см	$di$ , %	$N_d$ , см	$di$ , %	$N_d$ , см	$di$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	T16	67,55	0,9	1,34	1,5	2,24	1,22	1,80
2.	T18	65,2	3,7	5,71	1,6	2,42	0	0
3.	T47	29,19	5,06	17,29	4,07	13,90	3,57	12,18
4.	T40	32,46	2,58	7,93	2,06	6,33	1,76	5,41
5.	T36a	34,33	-2,76	-8,03	0,95	2,75	0,8	2,32
6.	T68	48,28	3,42	7,07	2,16	4,46	2,36	4,88
7.	T28	22,1	1,07	4,82	0,71	3,03	0,6	2,71
8.	T45	27,42	-4,15	-15,09	2,21	8,02	1,75	6,37
9.	T43	35,12	3,38	9,61	2,65	7,53	2,33	6,62
10.	T22	29,77	3,6	12,05	3,6	12,05	0	0

Выявленные значения изменений размерных признаков в динамике должны быть учтены при расчёте параметров БК одежды. С этой целью на основе определённых в работе динамических эффектов рассчитаны прибавки на свободу движения, с учетом максимального и минимального динамического эффекта и в зависимости от свойств используемого материала (табл. 3.8). Расчет прибавки на свободу движения выполнен по формуле (3.3):

$$Пс. д. = \frac{(di - \varepsilon)}{100\%} * N_c \quad (3.4)$$

где, *Пс.д.* – прибавка на свободу движения, см;

*di* – величина динамического эффекта, %;

*Nc* – величина размерного признака в статике, см;

*ε* – величина условно-остаточной деформации, в зависимости от группы ткани, %.

В соответствии с описанием текстильных материалов и их свойств,

приведённым в [19] хлопчатобумажные ткани используются для широкого ассортимента изделий и обладают рядом положительных свойств: значительной прочностью, достаточной устойчивостью к многократным растяжениям и изгибам, хорошей гигроскопичностью.

В гардеробе школьниц-девочек изделия из хлопчатобумажных тканей составляют 46%, у школьников-мальчиков 61% (данные получены путём пересчёта, таких предметов гардероба как нижнее бельё, блузки, сорочки спортивный костюм, футболки к их общему количеству см. п.2.2). Остальные предметы одежды в гардеробе школьников изготавливаются из тканей, относящихся к группе чистошерстяных и полшерстяных тканей, которые в свою очередь делятся на подгруппы камвольных и тонкосуконных, а в пределах подгрупп выделяют платьевые, костюмные гладкокрашенные, костюмные пестротканые и фасонные. По данным [19, 54] эти ткани относятся к группе тканей с величиной условно-остаточной деформации до 1,5 %.

В таблице 3.8. приведены значения прибавок на свободу движения с учетом деформации материалов для девочек подросткового возраста, а в таблице 3.9 для мальчиков младшего школьного возраста.

**Таблица 3.8 – Значения величин прибавок на свободу движения для одежды девочек подросткового возраста**

№	Размерный признак по ГОСТ	Значение в статике, Nс см	Динамический эффект, di, %		Значение прибавки на свободу движения, Пс.д., см		Значение прибавки на свободу движения с учетом условно-остаточной деформации (ε) материала Пс.д., см	
			min	max	min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	T16	84,5	3,4	3,68	2,87	3,11	1,61	1,84
2.	T18	64,6	2,54	3,48	1,64	2,25	0,67	1,28
3.	T47	32,9	10,67	12,77	3,51	4,20	3,02	3,71
4.	T40	40,6	2,76	8,67	1,12	3,52	0,51	2,91
5.	T36a	41,5	10,69	11,46	4,44	4,76	3,81	4,13
6.	T68	56,8	3,46	7,14	1,97	4,06	1,11	3,20
7.	T28	25,9	3,09	4,57	0,80	1,18	0,41	0,80
8.	T45	31,5	7,58	8,38	2,39	2,64	1,92	2,17
9.	T43	43,17	3,93	8,34	1,70	3,60	1,05	2,95
10.	T22	33,57	1,48	7,28	0,50	2,44	-0,01	2,21

**Таблица 3.9 - Значения величин прибавок на свободу движения для одежды мальчиков младшего школьного возраста**

№	Размерный признак по ГОСТ	Значение в статике, $N_c$ см	Динамический эффект, $di$ , %		Значение прибавки на свободу движения, $Пс.д.$ , см		Значение прибавки на свободу движения с учетом деформации ( $\epsilon$ ) материала $Пс.д.$ , см	
			min	max	min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	T16	67,55	1,34	2,24	0,91	1,51	-0,11	0,50
2.	T18	65,2	2,42	5,71	1,58	3,72	0,60	2,74
3.	T47	29,19	12,18	17,29	3,56	5,05	3,12	4,61
4.	T40	32,46	5,41	7,93	1,76	2,57	1,27	2,09
5.	T36a	34,33	2,32	2,75	0,80	0,94	0,28	0,43
6.	T68	48,28	4,46	7,07	2,15	3,41	1,43	2,69
7.	T28	22,1	2,71	4,82	0,60	1,07	0,27	0,73
8.	T45	27,42	6,37	8,02	1,75	2,20	1,34	1,79
9.	T43	35,12	6,62	9,61	2,32	3,38	1,80	2,85
10.	T22	29,77	2,01	12,05	0,60	3,59	0,15	4,03

На основе проведённых исследований автором разработана база данных «Динамические эффекты для проектирования школьной формы», зарегистрированная в ФИПС [159] (Приложение И). Учёт динамических эффектов по выделенным размерным признакам при проектировании одежды позволит повысить эргономические характеристики производимых в промышленности изделий.

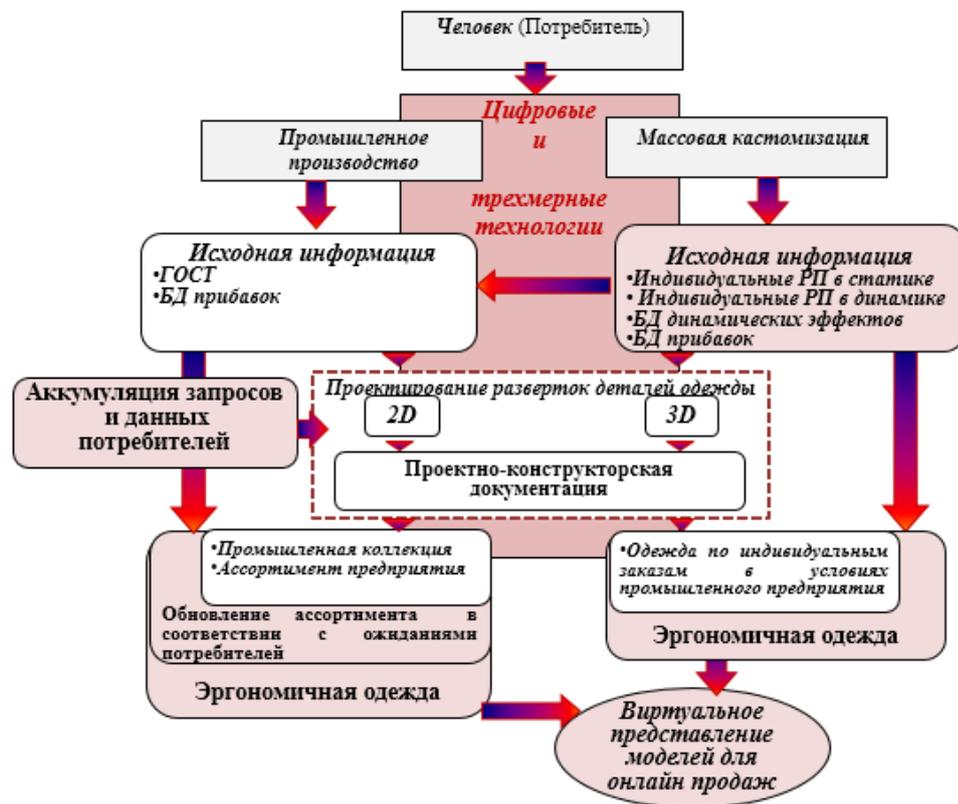
### Выводы по третьей главе

1. Выявлена прямая зависимость влияния видов деятельности школьников на процесс проектирования одежды, так как вид деятельности определяет виды движений, что в свою очередь приводит к изменению исходной информации, необходимой при проектировании одежды. Предложено разделить активную деятельность школьников на учебную и внеучебную.
2. Разработана классификация движений школьников, во время выполнения учебной и внеучебной деятельности, в которой все многообразие движений разделены на две группы: выполняемые в положении стоя и в положении сидя. В свою очередь каждая из этих групп, включает в себя движения, которые могут быть объединены в три подгруппы: движения верхних конечностей, нижних конечностей и движения туловища. Проведено ранжирование частоты встречаемости основных движений, совершаемых школьниками в процессе учебной и внеучебной деятельности.
3. Выделены значимые размерные признаки, подверженные изменению в процессе выполнения движений, влияющие на конструктивные характеристики одежды. Признаки выделены на основе анализа методик конструирования, принятых для проектирования одежды и исследования размерных признаков, подверженных значительному изменению в процессе выполнения школьниками учебной и внеучебной деятельности. Учет динамических эффектов по выделенным размерным при проектировании одежды признакам позволит повысить эргономические характеристики готовых изделий.
4. Разработана информационно – техническая модель системы 3D сканирования с применением сенсора *Microsoft Kinect* и опытный образец. Погрешность измерений разработанной системы +0,1 см, что меньше установленной ГОСТами погрешности измерений в швейной промышленности (+0,3 см). Скорость получения 3D модели, как в статике, так и в динамике составляет от 30 до 60сек., при этом не предъявляется специальных требований к условиям освещения объекта.

5. Предложено новое устройство для бесконтактного контроля положения конечностей при выполнении динамических движений. Выявлена возможность фиксации акустических данных, возникающих при трении ткани о ткань при выполнении динамических движений. Определение количественных акустических данных позволит прогнозировать состав пакета материалов. В ФИПС подана заявка на изобретение «Устройство для контроля положения конечностей при выполнении динамических движений». Предлагаемое устройство может быть использовано при проведении исследований фигуры в динамике для проектирования эргономичной одежды и повышения качества спортивной, больничной, хирургической и военной одежды
6. Разработана методика проведения 3D сканирования фигур с помощью сенсора *Microsoft Kinect*. Методика содержит требования к положению фигуры при проведении сканирования в статике и динамике, последовательность выполнения сканирования в автоматическом и ручном режиме, требования к зоне охвата и диапазону измерений объекта, описание вспомогательных устройств для фиксации положения тела в динамике.
7. Проведено исследование изменений размерных признаков в динамике, разработана методика определения динамических эффектов с помощью 3D сканирования, разработана база данных максимальных и минимальных динамических эффектов для значимых размерных признаков, влияющих на изменение конструктивных параметров одежды, зарегистрированная в ФИПС. Рассчитаны значения динамических эффектов по выделенным размерным признакам с учетом свойств используемых при проектировании школьной одежды материалов, которые позволят повысить эргономические характеристики производимых в промышленности изделий.

## ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧНОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящей работе предложен метод проектирования эргономичной одежды (рис. 4.1) основанный на использовании функциональных возможностей современных технических систем 3D сканирования, мобильных устройств и приложений, смарт – технологий, позволяющих ускорить и облегчить процесс получения исходной информации о фигуре.



**Рисунок 4.1 – Последовательность проектирования эргономичной одежды на основе трехмерных и цифровых технологий**

Метод проектирования эргономичной одежды предусматривает два варианта реализации. В первом случае в условиях массового производства традиционно используют исходную информацию в виде ГОСТ и ОСТ размерных признаков потребителей на основе которых в 2D или 3D среде осуществляют построение базовой и модельной конструкции и разработку проектно-конструкторской документации. В этом случае для разработки одежды предприятие использует известные из научных исследований, данные о

динамических эффектах размерных признаков, базы данных трехмерных моделей типовых фигур, которые практически повсеместно уже встроены в интерфейс современных САПР одежды.

В предлагаемом методе исходная информация дополняется с помощью информационных *3D* технологий данными, которые в интерактивном режиме вводит потребитель, например, с помощью современных мобильных устройств, приложений или вводом информации вручную на сайте производителя и т.д. По желанию потребителя информация может быть передана производителю, как о фигуре в статике, так и динамике с целью получения достаточной исходной информации для построения конструкций одежды, обеспечивающей повышенные эргономические требования: в частности, создаётся база данных размерных признаков индивидуальных фигур, база данных фигур потребителей в статике и в динамике что приводит к получению расширенной исходной информации в виде динамических эффектов размерных признаков и базы данных конструктивных прибавок. Т.е. предприятие накапливает информацию об изменении размерных признаков в динамике и тем самым обновляет существующие базы данных прибавок, что впоследствии позволяет проектировать эргономичную одежду на основе обоснованной информации об особенностях фигуры потребителя.

Традиционно для формирования ассортимента предприятия используют шкалы процентного распределения типовых фигур населения в отдельных регионах. Если использовать данные введённые потребителем о собственных фигурах и учитывать регион проживания, то с течением времени предприятие сформирует актуальный перечень размеров и ростов, на основе которого уточняется ассортиментная политика предприятия. Таким образом у промышленного предприятия происходит аккумуляция запросов и данных потребителей, следовательно, создается актуальная система размеров и ростов потребителей, для которых следует формировать ассортимент предприятия.

Вторым направлением предлагаемого метода является использование принципов массовой кастомизации и клиенто-ориентированной стратегии. В этом случае потребитель предоставляет информацию о собственной фигуре в виде *3D*

модели, значений размерных признаков или фотографий фигуры. Предприятие на этапе проектирования базовой и модельной конструкции вносит исправления в соответствии с особенностями конкретной индивидуальной фигуры. Таким образом в условиях промышленного производства происходит изготовление качественного изделия с высокими эргономическими характеристиками для индивидуального потребителя. В этом случае жизненный цикл предприятия предусматривает постепенное изучение предпочтений и пожеланий потребителя, а впоследствии и предложение ему новых моделей изделий с учетом индивидуальных антропометрических особенностей т.е. формируется база данных потенциальных покупателей продукции предприятия.

Таким образом, разработанный метод проектирования эргономичной одежды включает расширенное информационное обеспечение, учитывающее особенности телосложения фигуры потребителя, обоснованный выбор конструктивных прибавок, учитывающих двигательную активность человека с учетом вида деятельности и тем самым позволяет предприятию оперативно реагировать на запросы потребителей, реализовывать всю произведенную продукцию за счет выпуска высококачественной, эргономичной одежды.

#### **4.1 Проектирование одежды на основе обоснованной информации о динамических изменениях размерных признаков**

*Учет изменений размерных признаков в динамике в одежде для мальчиков.* Выполненные антропометрические исследования фигур в динамике для детей школьного возраста (п.3.5.) выявили значимые размерные признаки, значительно изменяющиеся в процессе выполнения учебной и внеучебной деятельности. Составлена таблица 4.1, отражающая взаимосвязь изменяющихся размерных признаков и конструктивных параметров одежды.

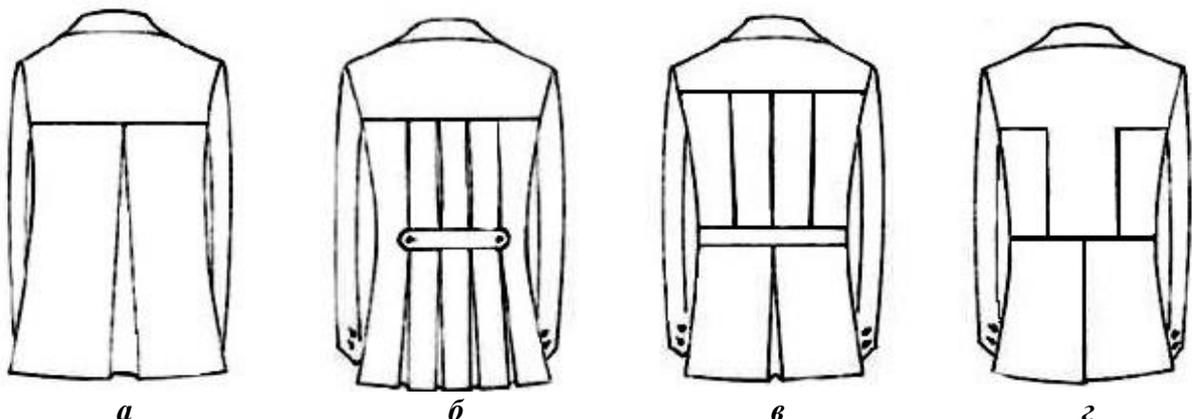
Выявлено, что наиболее активно в поперечном направлении изменяется ширина спинки на уровне груди, в продольном направлении – длина спинки изделия.

**Таблица 4.1 – Соответствие РП и конструктивных параметров в плечевой и поясной одежде**

№	Конструктивный параметр	Размерный признак
Плечевая одежда		
1	Ширина спинки	T47
2	Ширина изделия по линии груди	T16, T45
3	Длина спинки до талии	T40, T41, T43
4	Глубина проймы	T108
5	Ширина проймы	T16, T45, T47
6	Ширина рукава	T28, T105
Поясная одежда		
8	Ширина изделия в области талии	T18
9	Ширина изделия в области бедер	T19, T21
10	Ширина изделия на уровне колена	T22

Введение дополнительной ширины в изделии по линии груди за счёт изменения ширины спинки, ширины проймы и рукава создаст дискомфорт при выполнении учебной деятельности из-за излишков материала, собирающегося в складки в подмышечной области. Для обеспечения удобства одежды в динамике целесообразно использовать приёмы конструктивного моделирования, в частности проектирование разного типа складок на спинке. Такой подход изменит силуэтное решение одежды, при этом обеспечит возможность совершать широкий спектр движений, не испытывая дискомфорта.

На рисунке 4.2 изображены варианты решений спинки пиджака для мальчика, обеспечивающие удобство движений при эксплуатации.



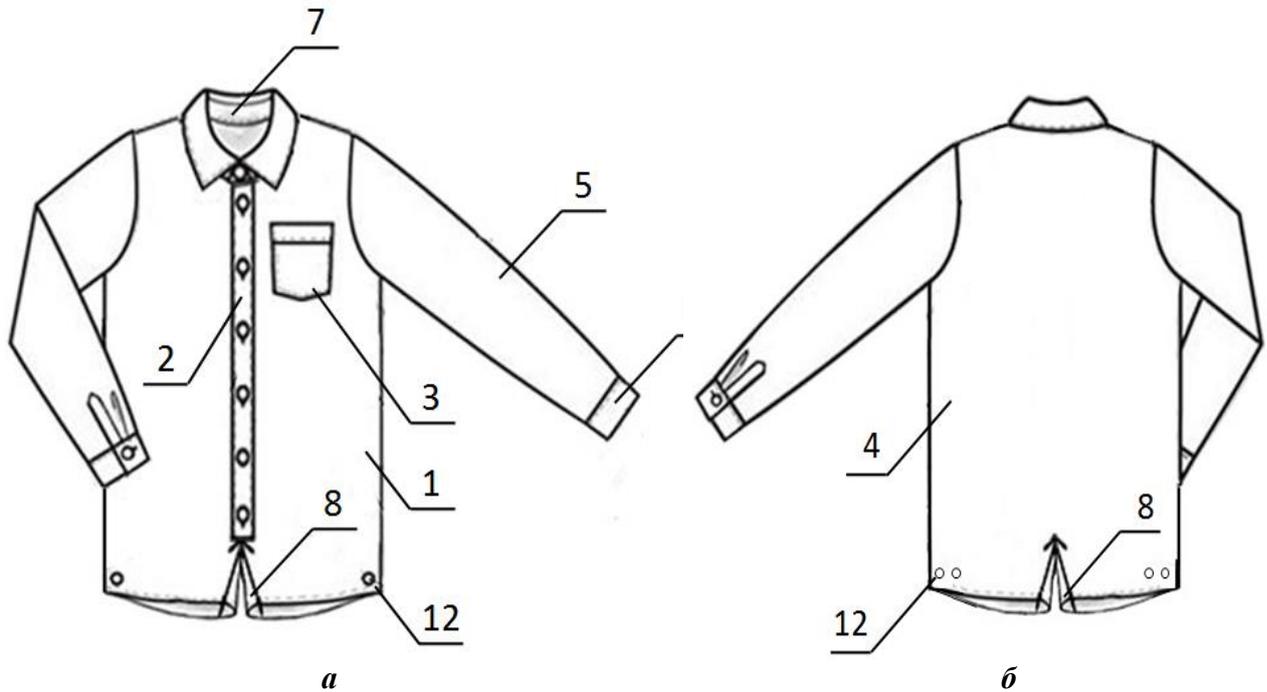
**Рисунок 4.2 – Варианты складок на спинке пиджака**

Величина встречной складки (рис. 4.2, а) и суммарная величина встречных складок (рис. 4.2, б–г) на спинке должна соответствовать величине динамического эффекта по соответствующему конструктивному участку.

Выполнена разработка ПКД на куртку для мальчика младшего школьного возраста с учётом выявленных величин динамических эффектов и прибавок. Проведена опытная носка изделия (приложение 3). По отзывам школьника, куртка обеспечивает свободу движений и удобство во время учебной и внеучебной деятельности. Покрой куртки, и форма рукава дают возможность для большей амплитуды движений рук.

***Разработка методики проектирования трансформируемой одежды (сорочки-боди) для школьников.*** При изучении особенностей эксплуатации одежды во время учебной и внеучебной деятельности школьников выявлено значительное изменение длины спинки в продольном направлении. Наблюдения подтвердили предположение о том, что при поднимании рук вверх или в позе сидя обычно происходит вздёргивание нижнего края сорочки (блузки) и нижнего белья из-под пояса брюк или юбки, что отрицательно влияет на внешний вид, особенно когда потребитель в жакете или пиджаке. Как для девочек, так и мальчиков блузка и сорочка являются обязательным элементом гардероба школьника. В работе предложено универсальное конструктивное решение для повышения удобства эксплуатации сорочки (блузки) для фиксации нижней части сорочки, что позволит избежать нежелательных складок в области талии или постоянного вздёргивания низа изделия при поднимании рук вверх и наклонах. Получен патент на изобретение № 2618414 «Трансформируемая одежда»[120] (Приложение И).

На рисунке 4.3 представлен внешний вид сорочки спереди (рис. 4.3, а) и сзади (рис. 4.3, б) со съёмной ластовицей в нижней части. Трансформируемая одежда состоит из полочек 1 соединённых между собой притачными планками 2, спинки 4 и съёмной ластовицы 8, которая фиксирует низ сорочки, и позволяет преобразовать сорочку (блузку) в сорочку – боди.

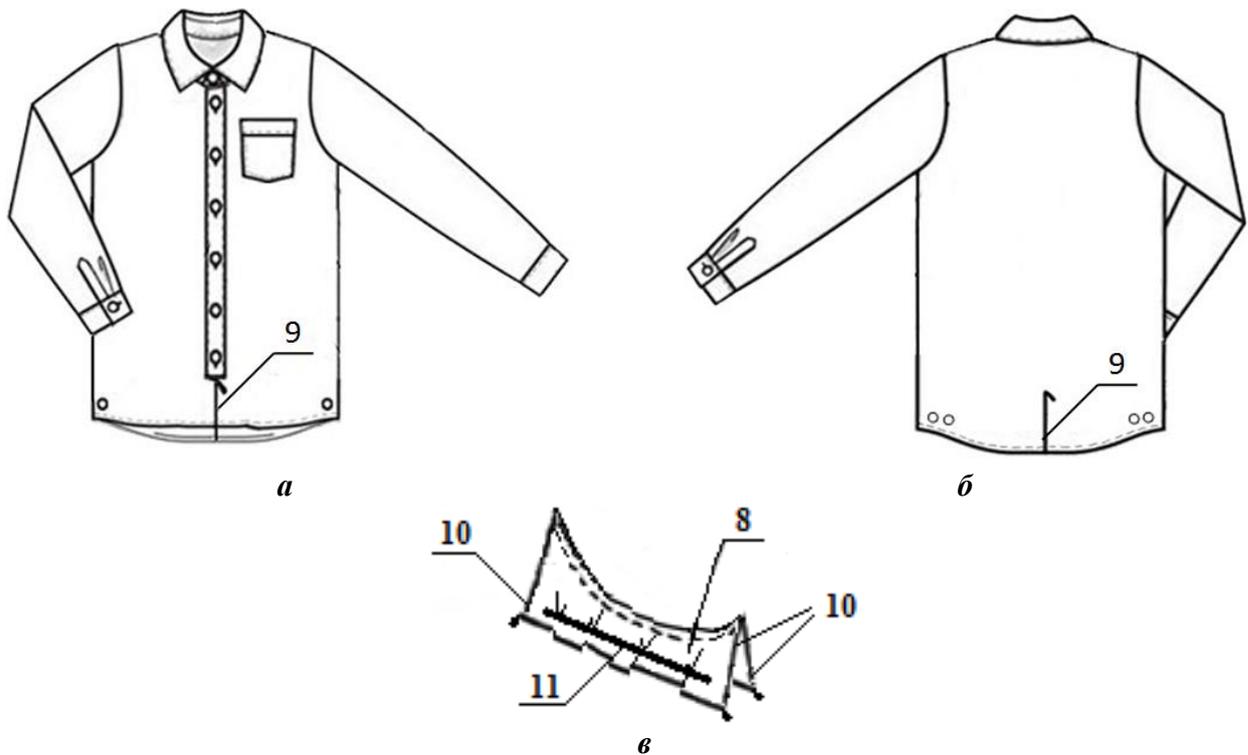


**Рисунок 4.3 – Внешний вид сорочки (блузки) со съёмной ластовицей в нижней части**

Сорочка застёгивается на петли и пуговицы, предусмотрен накладной нагрудный карман 3 на левой полочке, рукава 5 с манжетами 6, застёгивающимися на одну пуговицу, воротник сорочечного типа 7.

Для обеспечения трансформации на спинке предусмотрен разрез. Разрез располагают по средней линии спинки от линии низа изделия до уровня бёдер. По краям разреза предусмотрены разъёмные потайные застёжки – молнии 9 (рис. 4.4, а, б), а на деталях ластовицы расположены ответные части застёжки – молнии 10 (рис. 4.4, в) как с передней, так и задней стороны, для соединения соответственно с разрезом на спинке и нижней частью полочек, что позволяет преобразовать сорочку в сорочку – боди. С передней стороны ластовица соединяется с нижней частью полочек. По линии борта полочек от линии низа до бёдер так же, как и в разрезе спинки расположены по одной половине разъёмных потайных застёжек – молний.

Деталь 8, фиксирующая низ сорочки через промежность устроена по принципу брюк с «ластовицей», при этом ластовица соединена с помощью застёжек – молний с нижней частью спинки и полочки. Для обеспечения удобства одежды и получения желаемого прилегания сорочки ластовица 8 может быть выполнена из трикотажного полотна с различной растяжимостью.

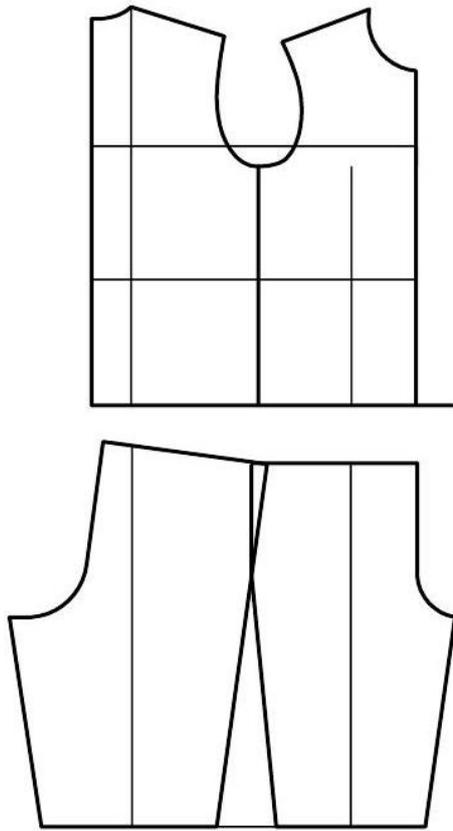
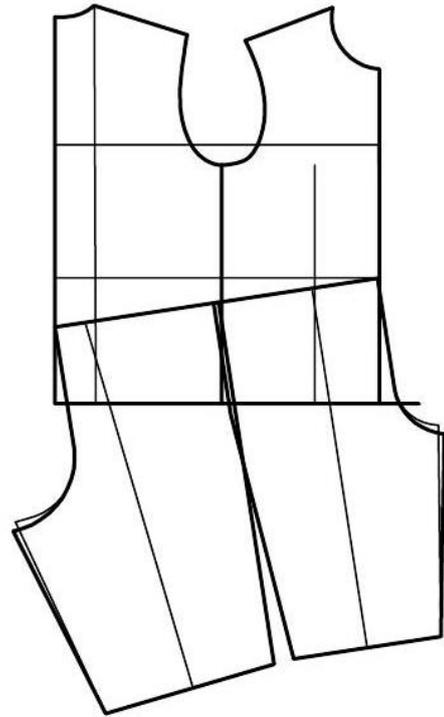
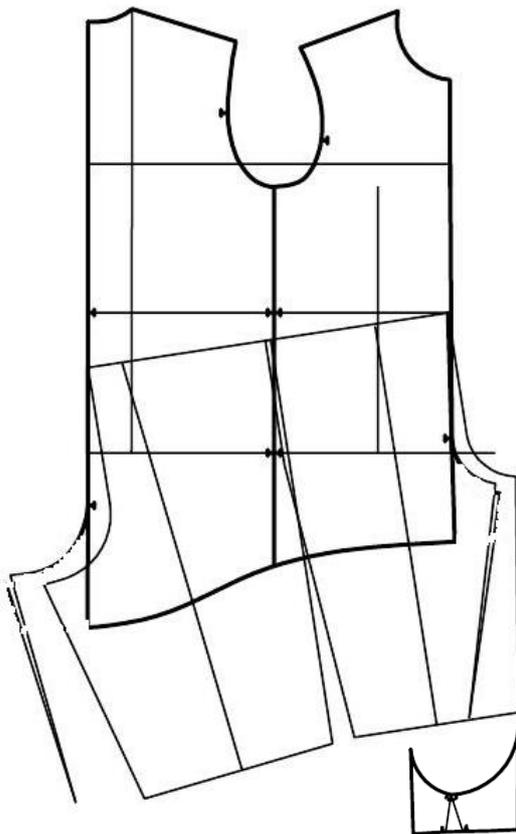
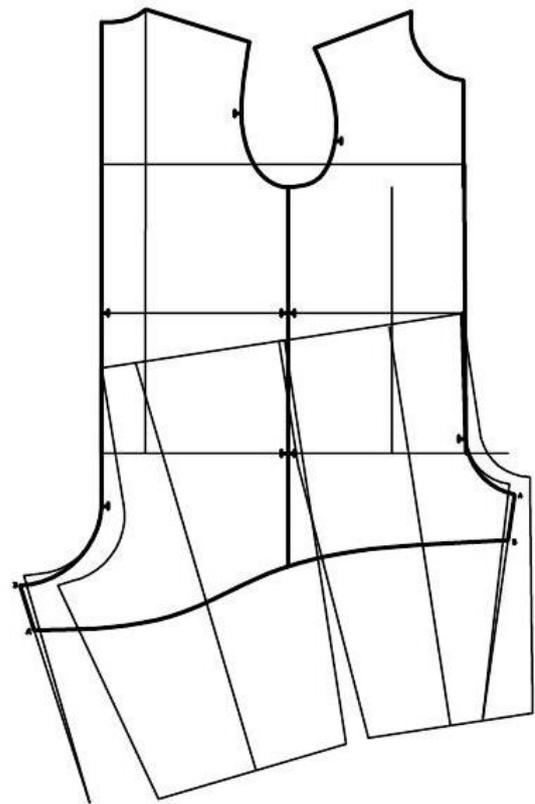


**Рисунок 4.4 – Внешний вид сорочки (блузки) без съёмной ластовицы в нижней части: а – вид спереди, б – вид сзади, в – съёмная ластовица**

Ластовица 8 может быть спроектирована как съёмной (рис. 4.5, в), так и цельнокроеной с нижней частью спинки (рис. 4.5, г). При цельнокроеной со спинкой ластовице, застежку выполняют с передней стороны сорочки, что обеспечивает удобство снятия и/или надевания сорочки, а также возможность осуществления физиологических отправлений.

Разработана методика проектирования предложенной трансформируемой одежды. Исходной информацией для проектирования стана и брюк является перечень размерных признаков и величины прибавок, рассчитанные с учётом изменения размерных признаков в динамике (глава 3, п. 3.5).

Предложенный способ построения сорочки-боди включает построение базисной сетки горизонтальных и вертикальных линий чертежа спинки и полочки, построение контурных линий спинки и полочки, построение базисной сетки горизонтальных и вертикальных линий чертежа основы брюк, построение контурных линий передней и задней половинок брюк, соединение конструкций полочки и спинки сорочки с передними и задними частями брюк и построение ластовицы.

*a***отрезная ластовица***б***цельнокроенная ластовица***в**г***Рисунок 4.5 – Построение МК трансформируемой одежды**

Для получения модельной конструкции использован графический метод [33], получивший название «метод пристраивания». Для этого базовую конструкцию сорочки т.е. полочку и спинку совмещают с передними и задними частями брюк по линии талии (рис. 4.5).

При совмещении базовых конструкций по средней линии спинки сорочки вниз от линии талии откладывается величина прибавки на динамику, которая учитывает изменение РП «длина спины до талии» в движении, при этом формируется наклонная линия пристраивания. Удлинение спинки сорочки по средней линии приводит к автоматическому удлинению боковых срезов спинки и полочки, при котором учитывается также изменение РП «длина туловища сбоку» в динамике. Затем выполняют построение средней линии спинки и полочки сорочки-боди.

Для большей свободы движений дополнительно увеличивают высоту сидения брюк, путем углубления средних срезов переднего и заднего на 1 см и увеличения ширины шага передней и задней половинок на величину от 0,5 - 1,0 см. На способ построения трансформируемой сорочки-боди подана заявка на изобретение. В соответствии с новой методикой был разработан опытный образец сорочки-боди для детей младшего и старшего школьного возраста (рис.4.6).



**Рисунок 4.6 – Опытная носка трансформируемой одежды**

Проведена опытная носка изделий. По отзывам школьников сорочка-боди обеспечивает удобства и опрятный вид при различных позах и движениях школьников в процессе учебы.

Благодаря предложенной конструкции повышается удобство эксплуатации сорочки, что позволит избежать нежелательных складок в области талии или постоянного вздергивания низа сорочки при различных позах потребителя за счет фиксации нижней части сорочки. Предложенная конструкция расширяет функциональные возможности одежды, повышает эргономические и эстетические свойства.

#### **4.2 Практическая реализация метода проектирования эргономичной одежды с использованием трехмерных и цифровых технологий**

В практической реализации предлагаемого метода важное место занимает концепция «*массовой кастомизации*» в условиях швейного предприятия.

Потребитель играет важную роль на любом этапе разработки изделия, поэтому важно предусмотреть возможность непосредственного или косвенного его участия в разработке изделия. Одним из направлений реализации такого участия может быть взаимодействие заказчика/потребителя с исполнителем/производителем одежды удалённо через веб–сайт производителя в сети *Internet*. Такой информационный обмен в процессе разработки изделия эффективен, так как позволяет предприятию быстро реагировать на требования потребителей и повысить производительность. Важно удерживать внимание потребителя и предложить ему продукцию, соответствующую ожиданиям, но для этого необходимы исходные данные, с которыми может работать производитель. Для этого на сайте может быть предусмотрена возможность автоматического определения требуемого размера и предложения потребителю из всего каталога только той одежды, которая соответствует размерам фигуры (рис. 4.7).



**Рисунок 4.7 – Способы получения информации о потребителе**

Потребитель может определить требуемый размер одежды самостоятельно по таблицам, приведённым на сайте производителя, но как показывает практика большинство потребителей затрудняется верно, определить требуемый размер одежды или определяет его неверно.

Следует упростить определение размера, например, с помощью онлайн калькулятора определения размера, в котором потребителю в интерактивных ячейках надо будет заполнить пол, возраст, рост, обхват груди, обхват талии и обхват бедер своего ребёнка (рис. 4.8). Так, например, чтобы облегчить взаимодействие потребителя и производителя сначала выводить только ячейку с просьбой ввести рост и рисунком, показывающим, способ измерения. Это может быть анимационное 3D изображение. Затем становится доступна следующая ячейка, в которую надо ввести обхват груди и появляется изменённое изображение, на котором демонстрируется место измерения. Следующей становится доступна ячейка со значением для обхвата талии и бедер. После введения всех значений становится доступна кнопка «Рассчитать размер».

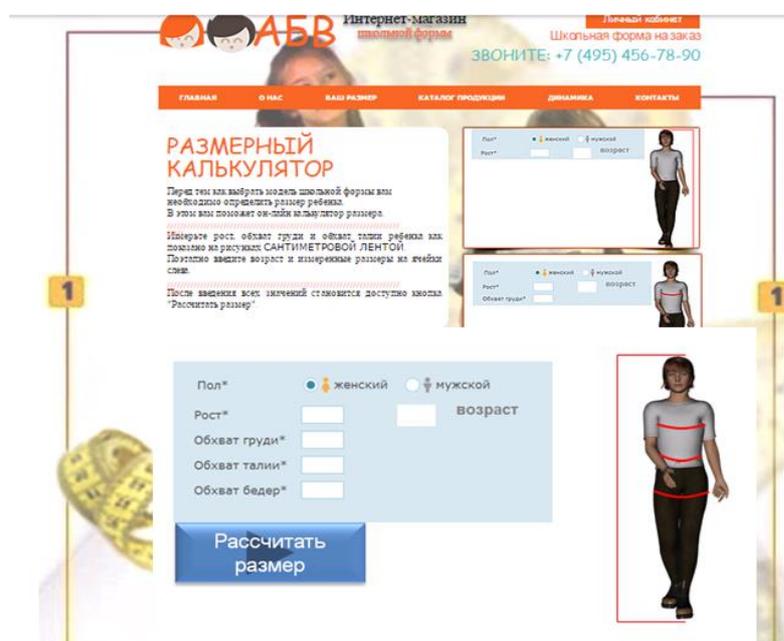


Рисунок 4.8 – Самостоятельный ввод размерных признаков

Благодаря современным цифровым и 3D технологиям потребитель может ввести данные в виде фотографий или 3D модели, которые будут получены с помощью мобильных устройств (рис. 4.9).



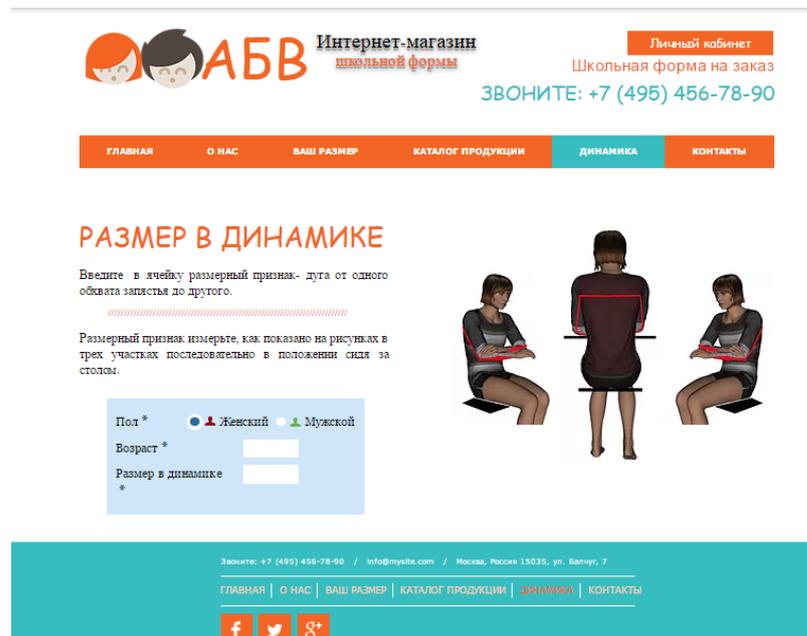
Рисунок 4.9 – Ввод информации о потребителе с помощью мобильных устройств

Следующим этапом является выбор силуэта и степени прилегания изделия, ХКП и материала из предложенного каталога на сайте. Одним из достоинств предложенной концептуальной модели является наличие возможности визуализации и виртуальной примерки выбранной модели одежды перед оформлением заказа.

В результате обработки данных о потребителе/заказчике производитель получает информацию о социально – демографическом статусе потребителя, о его

антропоморфологических признаках включающих размеры, форму и пропорции частей тела, также информацию о предпочтениях и требованиях потребителя касательно характеристик проектируемой одежды (ХКП одежды, используемых материалов, стиля и степени прилегания изделия).

Концепция изготовления одежды по индивидуальным данным в условиях массового производства может быть реализована как по введенным данным в статике, так и в динамике (рис. 4.10).



**Рисунок 4.10 – Учет данных потребителя в динамике**

Наличие цифровых данных о размерах и форме тела потребителя на этапе проектирования, способствуют объединению и использованию систем САПР и 3D сканирования с приложением «3D виртуальной примерки».

Предложенная модель работы компаниям–производителям одежды позволяет упростить и ускорить процесс проектирования, сокращает затраты времени производителя и отходов производства так как изделие разрабатывается по требованиям заказчика на базе цифровых технологий.

Благодаря предложенной схеме производитель постепенно получит базу данных размерных признаков детей разного возраста и частоту их встречаемости, что поможет лучше планировать ассортимент. Систематизация информации о размерах и форме тела потребителей продукции конкретного предприятия обеспечит формирование базы данных виртуальных 3D манекенов

индивидуальных фигур потребителей определённого вида продукции и предоставление потребителю возможности принимать участие в проектировании одежды по персональному запросу, а также ускорит онлайн – демонстрацию или подбор моделей одежды, в большей степени подходящей для определённых размеров и телосложения человека.

Благодаря углублённому пониманию запросов потребителей и организации интерактивного взаимодействия в интернет–среде производитель имеет возможность делать персональные предложения собственной продукции заинтересованным пользователям с учётом индивидуальных антропометрических данных и предпочтений. Развитие телекоммуникационных технологий предоставляет потребителю возможность принимать участие в разработке одежды, изготавливаемой на другом конце мира. Привлечение потребителей для изучения, выбора и онлайн – покупок изделий на сайте компании – производителя позволяет получить достоверную информацию о покупателях, заинтересованных продукцией именно этой компании, узнавать о реальных запросах и ожиданиях потребителей, накапливать информацию о потребителях продукции производимой предприятием, что влияет на повышение спроса на выпускаемую одежду и соответственно на эффективность швейного производства.

#### **4.3 Оценка экономической эффективности от внедрения разработанного метода на основе прогноза демографической ситуации в РФ**

В состав Российской Федерации входят 85 субъектов Российской Федерации. По состоянию на 1 января 2015г. это – 22 республики, 9 краев, 46 областей, 3 города федерального значения, 1 автономная область, 4 автономных округа [14]. В 2014г. в составе Российской Федерации образовано два новых субъекта Российской Федерации – Республика Крым и города федерального значения Севастополя [15, 16]. При расчете прогноза демографической ситуации

использованы данные о населении, проживающем на вышеперечисленных территориях.

Первоисточником получения сведений о населении являются переписи населения. Текущие оценки численности населения на 1 января рассчитываются на основании итогов последней переписи населения, к которым ежегодно прибавляются числа родившихся и прибывших на данную территорию и из которых вычитаются числа умерших и выбывших с данной территории. Текущие оценки численности населения за прошедшие годы уточняются на основании итогов очередной переписи [23].

Демографический прогноз осуществляется в трех вариантах на основе различных гипотез относительно будущих тенденций рождаемости, смертности и миграции (низкий, средний и высокий) по данным демографического ежегодника за 2015–2017 гг. [23]. Материалы по рождаемости основаны на статистической разработке содержащихся в записях актов о рождении, сведений о дате рождения матери и ее брачном состоянии и данных Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Низкий вариант прогноза основан на экстраполяции существующих демографических тенденций, высокий вариант является нормативным и ориентирован на достижение целей, определенных в Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года. Средний вариант прогноза считается наиболее реалистичным, в нем учтены сложившиеся демографические тенденции и принимаемые меры демографической политики. Данные среднего варианта прогноза на 2016 – 2021 годы приведены на рисунках 4.11 – 4.13. На каждом рисунке выделен столбец, из которого использованы значения для расчета емкости рынка. В качестве детей школьного возраста, в расчёт включены дети в возрасте с 6 до 17 лет. Возрастные интервалы, использованные для расчета прогноза демографической ситуации включают значения точного возраста, входящего в данный интервал. Например, «6–17» обозначает одиннадцатилетний возрастной интервал от 6 до 17 лет включительно, т.е. интервал от точного возраста 6 до точного возраста 17 лет. Общее

прогнозируемое количество детей в каждом году, также выделены на рисунках рамками.

Так, общее количество детей школьного возраста по среднему варианту прогноза составит по (по годам):

в 2016 17 802 336 чел.;

в 2017 18 161 192 чел.;

в 2018 18 699 422 чел.;

в 2019 19 263 998 чел.;

в 2020 19 853 404 чел.;

в 2021 20 368 106 чел..

Для того, чтобы оценить возможный объем рынка в рублях необходимы данные о средней стоимости комплекта школьной формы. Для этого при проведении маркетингового опроса, описанного в гл. 2 были предусмотрены вопросы о том, какую цену готовы заплатить родители при покупке одежды для школьников.

	Низкий вариант прогноза	Средний вариант прогноза	Высокий вариант прогноза	детей школьного возраста		Низкий вариант прогноза	Средний вариант прогноза	Высокий вариант прогноза	детей школьного возраста
	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины			Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	
<b>2016 год</b>									
6 лет	1712987	1713321	1713654		6 лет	1693147	1694064	1694822	
7 лет	1704884	1705099	1705533		7 лет	1714471	1715205	1716131	
8 лет	1613453	1613703	1614069		8 лет	1706334	1706865	1707932	
9 лет	1488072	1488454	1488656		9 лет	1614722	1615343	1616225	
10 лет	1492126	1492504	1492696		10 лет	1489196	1490034	1490635	
11 лет	1498783	1499114	1499355		11 лет	1493227	1494047	1494652	
12 лет	1483091	1483409	1483679		12 лет	1499898	1500654	1501347	
13 лет	1432239	1432660	1432877		13 лет	1484282	1485085	1485831	
14 лет	1343208	1343738	1343921		14 лет	1433513	1434538	1435219	
15 лет	1374992	1375504	1375761		15 лет	1344589	1345804	1346470	
16 лет	1298668	1299292	1299461		16 лет	1376370	1377607	1378368	
17 лет	1354709	1355538	1355615	<b>17802336</b>	17 лет	1300262	1301946	1302523	<b>18161192</b>

Рисунок 4.11 – Данные прогноза численности населения РФ на 2016г. – 17г.

	Низкий вариант прогноза	Средний вариант прогноза	Высокий вариант прогноза	детей школьного возраста		Низкий вариант прогноза	Средний вариант прогноза	Высокий вариант прогноза	детей школьного возраста
	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины			Мужчины и женщины	Мужчины и женщины		
<b>2018 год</b>									
6 лет	1817898	1819261	1820806		6 лет	1921966	1923744	1926266	
7 лет	1694509	1695993	1697418		7 лет	1819214	1821184	1823542	
8 лет	1715860	1717009	1718697		8 лет	1695782	1697818	1700038	
9 лет	1707650	1708539	1710365		9 лет	1717138	1718702	1721256	
10 лет	1615856	1616934	1618433		10 лет	1708849	1710144	1712808	
11 лет	1490230	1491619	1492737		11 лет	1616895	1618508	1620708	
12 лет	1494262	1495625	1496777		12 лет	1491194	1493221	1494957	
13 лет	1501017	1502365	1503665		13 лет	1495299	1497361	1499193	
14 лет	1485508	1487007	1488405		14 лет	1502171	1504311	1506376	
15 лет	1434787	1436623	1437964		15 лет	1486738	1489121	1491349	
16 лет	1345917	1348043	1349375		16 лет	1436026	1438872	1441048	
17 лет	1377915	1380404	1381841	<b>18699422</b>	17 лет	1347441	1351012	1353211	<b>19263998</b>

Рисунок 4.12 – Данные прогноза численности населения РФ на 2018г. – 19г.

	Низкий вариант прогноза	Средний вариант прогноза	Высокий вариант прогноза	детей школьного возраста		Низкий вариант прогноза	Средний вариант прогноза	Высокий вариант прогноза	детей школьного возраста
	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины			Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	Мужчины и женщины	
<b>2020 год</b>					<b>2021 год</b>				
6 лет	1916419	1919107	1922230		6 лет	1909139	1935108	1962909	
7 лет	1923297	1925668	1929174		7 лет	1917696	1921052	1925198	
8 лет	1820447	1822989	1826256		8 лет	1924560	1927477	1932031	
9 лет	1696961	1699519	1702618		9 лет	1821597	1824665	1828900	
10 лет	1718322	1720319	1723806		10 лет	1698062	1701147	1705177	
11 лет	1709954	1711723	1715282		11 лет	1719427	1721914	1726376	
12 лет	1617857	1620084	1623056		12 лет	1710980	1713301	1717800	
13 лет	1492156	1494970	1497443		13 лет	1618809	1621807	1625641	
14 лет	1496367	1499323	1501982		14 лет	1493148	1496955	1500290	
15 лет	1503327	1506442	1509436		15 лет	1497440	1501482	1505107	
16 лет	1487943	1491395	1494626		16 лет	1504468	1508751	1512823	
17 лет	1437474	1441865	1445113	<b>19853404</b>	17 лет	1489369	1494447	1498922	<b>20368106</b>

**Рисунок 4.13 – Данные прогноза численности населения РФ на 2020г. – 21г.**

Также проведено исследование перечня предметов одежды, входящих в комплект школьной формы и их средней стоимости по данным производителей. Комплект школьной формы может состоять из разного набора предметов. Средняя стоимость одного комплекта школьной формы в средней ценовой категории составляет от 3850 рублей до 5 тысяч рублей (в ценах 2015 года).

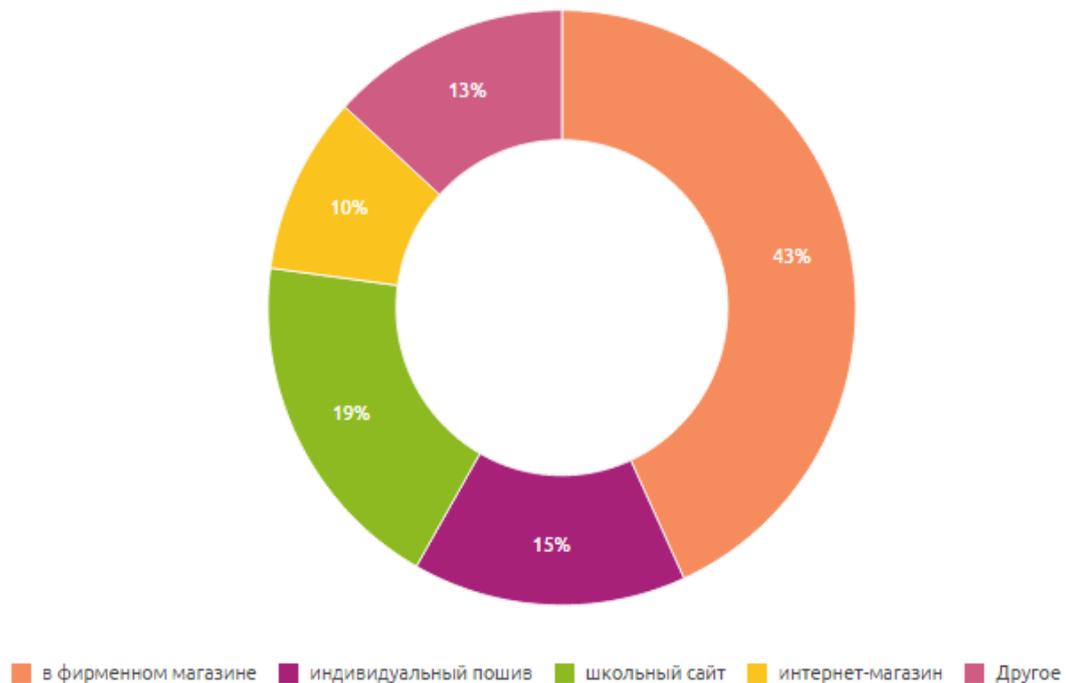
Принимая среднюю стоимость комплекта за 5000 рублей, примерный максимально возможный объем рынка школьной формы в ценах 2015 года составляет:

- в 2016 году 89 011 680 тыс. руб.;
- в 2017 году 90 805 960 тыс. руб.;
- в 2018 году 93 497 110 тыс. руб.;
- в 2019 году 96 319 990 тыс. руб.;
- в 2020 году 99 267 020 тыс. руб.;
- в 2021 году 101 840 530 тыс. руб..

Расчёт произведен исходя из обязательного ношения школьной формы. Указанные цифры справедливы для оценки максимально возможного объема рынка школьной формы. Однако, предложенный в работе метод легко реализуем для потребителей, готовых совершать покупки через интернет. Поэтому для получения реальных цифр экономической эффективности от предложенного метода проектирования следует использовать данные о потребителях, заинтересованных приобретением одежды онлайн, и готовых предоставлять индивидуальные данные для повышения качества одежды.

При проведении маркетингового опроса, описанного в главе 2 были предусмотрены вопросы для оценки процентного количества потребителей, готовых совершать покупки в интернет, через сайт школы и т.д., которые и являются потенциальными потребителями одежды, производимой по разработанному автором методу.

В первоначальном варианте в анкетах были сформулированы следующие предложенные к выбору места покупки, которые выбраны потенциальными потребителями: фирменный магазин 43%, интернет 29%, из которых 10% интернет-магазин и 19% сайт школы, 15% пошив на заказ на производственном предприятии или в ателье, и 13% другое (рис. 4.14).



**Рисунок 4.14– Предпочитаемые места покупки в выборке из 1926 человек**

Проведен дополнительный опрос фокус-группы из 38 человек, включающей родителей. В фокус группу в основном вошли люди, имеющие детей младшей и средней школьных возрастных групп с 1 – го по 7– ой класс, которые, согласно анализу, являются наиболее активными покупателями.

Результаты следующие: опрашиваемые указали на две формы покупки при формировании комплекта школьной формы: 21% в небольшом специализированном магазине (100м<sup>2</sup>) и 36,9% в большом специализированном универмаге. Эти люди относятся к постоянным клиентам отдельных

предприятий–производителей и только при отсутствии требуемого ассортимента изменяют своим предпочтениям.

К потенциальным покупателям школьной формы через интернет отнесли себя 18,4% респондентов, при этом, только 2,6% из них указали на существование в настоящий момент такой возможности на сайтах школ. 9,7% покупателей готовы приобретать школьную форму, изготовленную на заказ и готовы предоставлять информацию о фигуре в интерактивной форме с помощью мобильных устройств производителю.

Анализ результатов опроса двух групп потребителей, указанных выше, показывает, что готовы покупать школьную форму через интернет практически одинаковое количество людей: 29% в большой выборке и 28,1 % в фокус–группе с готовностью предоставить индивидуальные данные предприятию–производителю.

Следовательно, для расчета возможного объема рынка для производства изделий, на основе предложенного в работе метода можно использовать цифру в 30% от прогнозируемого числа потребителей. В этом случае ожидаемая емкость рынка для этого количества потребителей составит:

в 2016 году  $89\,011\,680 \times 0,3 = 26\,703\,504$  тыс. руб.;

в 2017 году  $90\,805\,960 \times 0,3 = 27\,241\,788$  тыс. руб.;

в 2018 году  $93\,497\,110 \times 0,3 = 28\,049\,133$  тыс. руб.;

в 2019 году  $96\,319\,990 \times 0,3 = 28\,895\,997$  тыс. руб.;

в 2020 году  $99\,267\,020 \times 0,3 = 29\,780\,106$  тыс. руб.;

в 2021 году  $101\,840\,530 \times 0,3 = 30\,552\,159$  тыс. руб..

Таким образом примерный максимально возможный объем рынка школьной формы составляет (в ценах 2015 года) в 2016 году 26 703 504 тыс. рублей и возрастает к 2021 году до 30 552 159 тыс. рублей.

### **Выводы по четвертой главе**

1. Предложен метод проектирования эргономичной школьной одежды, который позволяет оперативно формировать ассортимент предприятия на основе информации о предпочтениях потребителей и проектировать качественную эргономичную одежду благодаря интеграции данных о размерных признаках потребителей в процесс проектирования одежды.
2. Предложена методика построения трансформируемой одежды, в которой определение конструктивных параметров происходит на основе разработанной базы данных динамических эффектов фигур школьников.
3. Проведена промышленная апробация в производственных условиях предприятия «Униформа» и «Корпорация Школа» разработанного метода проектирования эргономичной одежды с применением 3D технологий. Акты внедрения подтверждают, что применение метода способствует повышению удовлетворенности потребителей продукцией конкретного производителя, росту продаж выпускаемой продукции и эффективности швейного производства.
4. Выполнен расчет эффективности применения метода в промышленности на основе среднего варианта прогноза демографической ситуации. Примерный максимально возможный объем рынка школьной формы составляет (в ценах 2015 года) в 2016 году 26 703 504 тыс. рублей и возрастает к 2021 году до 30 552 159 тыс. рублей.

## ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Предложена классификация оборудования для проведения антропометрических исследований системы «человек–одежда» с выделением их на *профессиональные системы*, требующие высоких затрат на оборудование и программное обеспечение для трехмерного сканирования и *смарт – технологии*, отличающиеся доступностью для потребителя за счёт незначительного снижения качества получаемых трехмерных моделей.
2. Разработана концепция процесса проектирования эргономичной одежды, предполагающая как сквозное, так и локальное применение цифровых и трехмерных технологий для аккумуляции данных о распределении групп потребителей и их ожиданиях и введения антропометрической информации о потребителе в процесс проектирования предприятия, что позволит в режиме реального времени формировать ассортимент предприятия, предлагать потребителю продукцию, соответствующую его запросам и антропометрическим характеристикам, сократить сроки выхода на рынок новой продукции и повысить удовлетворенность потребителей соразмерностью и качеством швейных изделий.
3. На основе анализа и исследования способов формирования размеро – ростовочного ассортимента предприятий и рационального гардероба школьников, выявлено, что предприятия используют устаревшую шкалу размеров и ростов, которая не соответствует в полной мере реальному распределению фигур населения. Предложен методический подход для формирования перспективного ассортимента предприятия на основе данных о фактической обеспеченности потребителей предметами одежды и с учетом уровня дохода населения, что обеспечит высокий потребительский спрос и реализацию выпускаемой продукции, т.е. эффективность производства.
4. На основе математической обработки результатов антропометрического исследования выделены несколько групп типовых фигур в каждом возрастном интервале с учетом их рассчитанного процентного распределения, которые отсутствовали в классификации типовых фигур мальчиков и девочек разработанного ОАО ЦНИШП для проектирования одежды в 2000 году, что

позволило создать обновленную систему размеров и ростов детского населения и уточнённые шкалы процентного распределения фигур детей, которые востребованы швейной промышленностью и будут способствовать повышению удовлетворённости населения выпускаемой соразмерной одеждой.

5. Разработана информационно – техническая модель и опытный образец системы 3D сканирования с применением сенсора *Microsoft Kinect*. Предложена методика проведения 3D сканирования фигур, которая содержит требования к положению фигуры в статике и динамике, последовательность выполнения сканирования в автоматическом и ручном режиме, требования к зоне охвата и диапазону измерений объекта, описание вспомогательных устройств для фиксации положения тела в динамике.

6. Предложено новое устройство для бесконтактного контроля положения конечностей при выполнении динамических движений. Выявлена возможность фиксации акустических данных, возникающих при трении ткани о ткань при выполнении динамических движений, что позволит прогнозировать состав пакета материалов. Предлагаемое устройство может быть использовано при проведении исследований фигуры в динамике для проектирования эргономичной одежды и повышения качества детской, спортивной, больничной, хирургической и военной одежды

7. Выделены значимые размерные признаки, подверженные изменению в процессе выполнения учебной и внеучебной деятельности школьника, влияющие на конструктивные характеристики одежды. Разработана методика определения динамических эффектов с помощью трехмерного сканирования, проведено исследование изменений размерных признаков в динамике, на основе которого разработана база данных максимальных и минимальных динамических эффектов для значимых размерных признаков, с учетом и без учета свойств используемых при проектировании школьной одежды материалов.

8. Предложен метод проектирования эргономичной школьной одежды, который позволяет оперативно формировать ассортимент предприятия на основе информации о предпочтениях потребителей и проектировать качественную

эргономичную одежду благодаря интеграции данных о размерных признаках потребителей в процесс проектирования одежды.

9. Предложена методика построения трансформируемой одежды, в которой определение конструктивных параметров происходит на основе разработанной базы данных динамических эффектов фигур школьников

10. Проведена промышленная апробация в производственных условиях предприятия «Униформа» и «Корпорация Школа» разработанного метода проектирования эргономичной одежды с применением трехмерных технологий. Акты внедрения подтверждают, что применение метода способствует повышению удовлетворенности потребителей продукцией конкретного производителя, росту продаж выпускаемой продукции и эффективности швейного производства.

11. Выполнен расчет эффективности применения метода в промышленности на основе среднего варианта прогноза демографической ситуации. Примерный максимально возможный объем рынка школьной формы составляет (в ценах 2015 года) в 2016 году 26 703 504 тыс. рублей и возрастает к 2021 году до 30 552 159 тыс. рублей.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК****Нормативно-правовые акты**

1. ГОСТ 17916–86 Фигуры девочек типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 105с.
2. ГОСТ 17917–86 Фигуры мальчиков типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: Стандартинформ, 2006. – 102с.
3. Типовые фигуры мальчиков. Величины размерных признаков для проектирования одежды из ткани, трикотажа и меха. – М.: ОАО «ЦНИИШП», 2002. –58с.
4. Типовые фигуры девочек. Величины размерных признаков для проектирования одежды из ткани, трикотажа и меха. – М.: ОАО «ЦНИИШП», 2002. –49с.
5. ГОСТ EN 13785–2011 «Хирургическая одежда и белье, применяемые как медицинские изделия для пациентов, хирургического персонала и оборудования. Часть 1. Требования к исполнению и уровни исполнения»
6. ГОСТ Р 52771–2007 Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды/введ. 01.10.2008. – М.: Стандартформ, 2008. – 20с.
7. ГОСТ Р 52772-2007 Классификация типовых фигур женщин особо больших размеров /введ. 01.10.2008. – М.: Стандартформ, 2008. – 18с.
8. ГОСТ Р 52773–2007 Классификация типовых фигур беременных женщин. – М.: Стандартинформ, 2008. – 20с.
9. ГОСТ Р 52774–2007 Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды / введ. 01.10.2008. – М.: Стандартформ, 2008. – 22с.
10. ГОСТ Р 52775–2007 Классификация типовых фигур мужчин особо больших размеров / введ. 01.10.2008. - М.: Стандартформ, 2008. –14с.
11. ГОСТ Р 8.563–96 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – М.: Госстандарт России, 1997. – 23с.

12. Р 50.2.038–2004 ГСИ Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 11с.
13. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 года/Утв. Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 24 сентября 2009 г. № 853.
14. Указ Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849.
15. Указ Президента Российской Федерации от 21 марта 2014г. № 168 «Об образовании Крымского федерального округа».
16. Федеральный конституционный закон Российской Федерации от 21 марта 2014 г. № 6–ФКЗ «О принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов – Республики Крым и города федерального значения Севастополя»

#### **Книги, монографии, учебные пособия**

17. Алдрич У. Английский метод конструирования и моделирования. Женская одежда / пер. с англ. – М.: Эдипресс–Конлига, 2013. –216с.
18. Башкиров П.Н. Учение о физическом развитии человека. - М.: МГУ, 1928. - 320с.
19. Бузов В.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 424с.
20. Бунак В.В. Антропометрия. – М.: Учпедгиз, 1941. – 368с.
21. Горизонтов П.Д., Майзелис М.Я. Конституция: БМЭ. – М.: Советская энциклопедия, 1959, Т. 13. – С. 885 – 893.
22. Гримм Г. Основы конституциональной биологии и антропометрии/ пер. с нем. – М.: Медицина, 1967. – 292с.
23. Демографический ежегодник России. 2015: Стат. сб./Росстат. – М.2015. – 263с.
24. Дерябин В.Е. Многомерная биометрия антропологов. М.: Изд–во МГУ, 1983. – 227с.

25. Дерябин В.Е., Пурунджан А.Л. Географические особенности строения тела населения СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191с.
26. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С., Ивлева Р.В. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии: учеб. пособие /под ред. Е.Б. Кобляковой.– М.: Мастерство; Академия, 2001. – 288с.
27. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.К., Ивлева Г.С., Ивлева Р.В. Основы прикладной антропологии и биомеханики: учебник/под ред. Е.Б. Кобляковой. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2005. – 280с.
28. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Базовые конструкции одежды для девочек. Том 5. – М.: НИИТЭИ легпром, 1988. – 66с.
29. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Базовые конструкции одежды для мальчиков. Том 6. – М.: НИИТЭИ легпром, 1988. – 66с.
30. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО). Теоретические основы. Том 1. – М.: НИИТЭИ легпром, 1988. – 169с.
31. Единый метод конструирования женской одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения на фигуры различных типов телосложения. Части 1 и 2. – М.: ЦБНТИ, 1991. – 189с.
32. Иваницкий М.Ф. Движения человеческого тела – М.: Медицина, 1968. – 122с.
33. Коблякова Е.Б., Ивлева Г.И., Романов В.Е. Конструирование одежды с элементами САПР: учеб.для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 464с.
34. Конопальцева Н.М., Волкова Е.Ю., Крылова И.Ю. Антропометрия индивидуального потребителя. Основы прикладной антропологии и биомеханики. Лабораторный практикум. М.: Форум, Инфра–М, 2006. – 256с.
35. Кузьмичев В.Е. Бодисканеры и одежда. Новые технологии проектирования одежды. – LAP LAMBERT Academic Publishing, – 2012. –556с.
36. Куршакова Ю.С., Дунаевская Т.Н., Зенкевич П.И., Пурунджан А.Л., Спиридонова Е.В. Проблемы размерной антропологической стандартизации для конструирования одежды. – М.: Лёгкая индустрия, 1978. – 256с.

37. Куршакова Ю.С., Зенкевич П.И., Дунаевская Т.Н. Размерная типология населения стран–членов СЭВ. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 440с.
38. Лигвинов, В.Н. Элементы антропологии и антропометрии в процессе физического воспитания. Днепропетровск, 1989. – 109с.
39. М. Мюллер и сын. Платья и блузки. Конструирование / пер. с англ. – М.: Эдипресс–Конлига, 2007.– 264с.
40. М. Мюллер и сын. Техника кроя. Сборник Ателье 2011 / пер. с англ.–М.: Эдипресс–Конлига, 2012. – 144с.
41. Мартин Р. Краткое руководство по антропометрическим измерениям/ пер. с нем. –М.: Изд–во Наркомздрава РСФСР, 1927. –75с.
42. Мартиросов Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии. – М.: Физкультура и спорт, 1982. –198с.
43. Методика конструирования женской верхней одежды. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1980. – 127с.
44. Методика морфофизиологических исследований в антропологии / под ред. Н.С. Смирновой. – М.: МГУ, 1981. – 104с.
45. Никитюк Б.А., Гладышева А.А. Анатомия и спортивная морфология. – М.: Медицина, 1989. – 145с.
46. Никитюк Б.А., Корнетов Н.А. Интегративная биомедицинская антропология. Томск: ТГУ, 1998. – 92с.
47. Никитюк Б.А., Чтецов В.П. Морфология человека: учеб. пос. – М.: Изд–во МГУ, 1990. – 344с.
48. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Методология оценки качества проектных решений одежды в виртуальной трехмерной среде. Монография. – М.: РИО МГУДТ, 2015.
49. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Разработка технологии трехмерного сканирования для проектирования виртуальных манекенов фигуры человека и 3D моделей одежды //Монография. М.: РИО МГУДТ, 2015.–181с.
50. Практикум по антропологии и биомеханике: метод. пос. /М.А. Гусева, И.А. Петросова, А.Ю. Рогожин и др. – М.:РИО МГУДТ, 2012. – 119с.

51. Практикум по размерной антропологии и биомеханике: учеб. пос. / А.Ю. Рогожин, Р.В. Иевлева, Е.Ю. Кривобородова, М.А. Гусева, И.А. Петросова. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2010. – 159с.
52. Рогинский Я.Я, Левин М.Г. Антропология: учебник. – М.: Высшая школа, 1978. – 528с.
53. Смирнова Н.С., Шагурина Т.П. Методика антропометрических исследований/В кн. Методика морфофизиологических исследований в антропологии. – М: Изд-во МГУ, 1981. С. 4–43.
54. Сухарев М.И., Бойцова А.М. Принципы инженерного проектирования одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.–272с.
55. Шершнева Л.П., Ларькина Л.В. Конструирование одежды. – М.: Форум, Инфра–М, 2010. – 288с.
56. Шершнёва Л.П., Ларькина Л.В., Пирязева Т.В. Основы прикладной антропологии и биомеханики. – М.: Форум; Инфра–М, 2004. – 144с.

#### **Диссертации, авторефераты**

57. Баранов А.А. Антропометрические характеристики культуристов и методика количественной оценки их соревновательных достижений: дис. ... канд. пед. наук: 14.00.02/ МГАФК, Москва, 1999. –196с.
58. Киселева М.В. Разработка параметрического метода 3D моделирования женских поясных изделий : дис....канд. техн. наук: 05.19.04 /МГУДТ, Москва, 2011. – 232с.
59. Курбатов Е.В. Разработка информационного обеспечения интегрированной системы трехмерного и двухмерного проектирования одежды: дис. ... канд.техн.наук: 05.19.04/ МГУДТ, Москва, 2004. – 217с.
60. Мациевская Ю.А. Разработка метода эргономического проектирования школьной одежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04/МГУДТ, Москва, 2009. – 245с.
61. Петросова И.А. Разработка методологии проектирования внешней формы одежды на основе трехмерного сканирования: дис. ...докт. техн. наук: 05.19.04/ МГУДТ, Москва, 2014. – 522с

62. Сурженко Е.Я. Теоретические основы и методологическое обеспечение эргономического проектирования специальной одежды : автореф. дис....докт. техн. наук : 05.19.04 /МГУДТ, Москва, 2001. – 49с.

### **Российская периодическая литература**

63. Бахтина Е.Ю., Сурженко Е.Я. Эргономические исследования и совершенствование конструкций специальной одежды для женщин//Технология текстильной промышленности. 2000, №3(255) –С.87–89.

64. Бунак В.В. Опыт типологии пропорций тела и стандартизации главных антропометрических размеров//Учёные записки МГУ. 1937, Вып.10. – С.100.

65. Бунак В.В. Теоретические вопросы о физическом развитии и его типах у человека //Учёные записки МГУ. 1940, Вып. 36. – С.7–9.

66. Властовский В.Г. Пропорции тела//Морфология человека. 1983. – С.58–66.

67. Властовский В.Г. Тотальные размеры тела//Морфология человека. 1983. – С. 48–57.

68. Волянский Н. Прибор и методика для пространственных измерений тела человека // Вопросы антропологии. 1960, Вып.4. – С. 103–112.

69. Гусева М.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Бахадурова З.Б., Айкян Д.А., Зарецкая Г.П. Исследование взаимосвязи модельных особенностей и эргономических свойств в одежде//«Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2016. № 6 (27). С.9.

70. Гусева М.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Саидова Ш.А., Тутова А.А. Исследование системы «человек–одежда» в динамике для проектирования эргономичной одежды // Естественные и технические науки. – 2015, № 11. – С. 513–516.

71. Дерябин В.Е. О корреляции между некоторыми продольными и поперечными размерами тела//Вопросы антропологии. 1975, Вып.50. – С.165–178.

72. Дерябин В.Е. Опыт применения факторного анализа для изучения изменчивости пропорций тела//Вопросы антропологии. 1976, Вып.52. –С.185–187.

73. Дерябин В.Е. Построение морфологической типологии у мужчин методом главных компонентов//Вопросы антропологии. 1987, Вып.79. – С.3–20.

74. Карме Х.Т. Ведущие факторы в системе размеров тела у женщин//Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1983, Т. 85, № 9. – С. 67–70.
75. Ло Юнь, Кузмичев Б.Е. Конструктивное обоснование получения объемно-пространственной формы одежды//Швейная промышленность. –2010, №4. – С.40–43.
76. Ло Юнь, Кузмичев Б.Е. Технология параметризации формы одежды//Швейная промышленность. – 2010, №2. – С.31–33.
77. Лопандина С.К. Создание размерной типологии населения страны// История науки и техники. – 2005, №10. – С.24–29.
78. Мачинская Ю.В. Разработка эргономически рациональной конструкции женского комбинезона//Швейная промышленность. –2007, №5–С.39–40.
79. Николаев В.Г., Гребенникова В.В., Ефремова В.П. Интегративная антропология методические подходы и результаты научных исследований/ Актуальные проблемы морфологии: Сб. науч. трудов. – Красноярск, 2003. – С. 149–152.
80. Николаев Л.П. Метод установления средних контуров тела и определенных отклонений от них//Антропологический журнал. 1934. №3. С. 77–97.
81. Николаев Л.П. Рационализация построения одежды на основе антропометрических данных//Швейная промышленность, 1932. № 8–9. С. 56–84.
82. Николаев Л.П. Средние контуры туловища мужчин и женщин в связи с кроем одежды//Швейная промышленность. 1935, № 8. С 2–8.
83. Петросова И.А. Проектирование одежды для спортивных бальных танцев с учетом динамических изменений размерных признаков//Материали за 9-а международна научна практична конференция «Бъдещите изследвания – 2013», 17–25 февралю. – София: Бял ГРАД–БГ. – 2013, Том 30. – С.56–59.
84. Петросова И.А. Разработка бесконтактного метода определения координат точек поверхности фигуры//Научная перспектива. – 2013, №5. – С.114–117.
85. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Анализ методов измерений фигуры человека и систем трехмерного сканирования в легкой промышленности// Дизайн и технологии. – 2012, № 30 (72). – С.55–59.

86. Петросова И.А., Андреева Е.Г. Обзор возможностей современных методов исследования формы поверхности фигуры человека // Техника и технология. – 2009, № 3. – С.32-36.
87. Петросова И.А., Гусева М.А., Саидова Ш.А., Зарецкая Г.П. Исследование антропометрических характеристик детей для проектирования эргономичной одежды //Дизайн и технологии. – 2015, № 48 (90). –С. 33 – 40.
88. Петросова И.А., Лопасова Л.В., Андреева Е.Г. Особенности проектирования одежды для парапланеристов с учётом изменения размерных признаков в динамике //Дизайн и технологии. –2012, № 29(71). – С. 49–54.
89. Петросова И.А., Лунина Е.В., Андреева Е.Г., Гусева М.А., Саидова Ш.А. Анализ современных аналогов школьной одежды стран мира для формирования состава рационального комплекта школьной формы//Дизайн и технологии. – 2017, № 58 (100). –С. 47 – 59.
90. Петросова И.А., Саидова Ш.А., Андреева Е.Г., Сангинова Д.А. Результаты антропометрического исследования детей школьного возраста//Казанский вестник технологического университета. – 2016,Т.19, №17. – С.98–100.
91. Петросова И.А., Саидова Ш.А., Андреева Е.Г., Сангинова Д.А. Формирование рационального гардероба школьников на основе норм потребления//Казанский вестник технологического университета. – 2016, Т.19, №22. – С.87–90.
92. Петросова И.А., Саидова Ш.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Эргономичная одежда для детей с ограниченными возможностями// Межвузовская научно–практическая заочная конференция «Актуальные проблемы инклюзии: качество жизни, безбарьерная среда, образование без границ»: сборник научных публикаций. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2016. – С. 32–36.
93. Розанова Е.А., Москаленко Н.Г. Разработка конструктивных способов обеспечения заданного уровня динамического соответствия в одежде специального назначения // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 41–45.

94. Саидова Ш.А., Петросова И.А. Проектирование эргономичной одежды с учетом учебной и внеучебной деятельности детей школьного возраста. //Международная научно–техническая конференция «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. 201 – 204.
95. Саидова Ш.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Обзор современных методов проектирования эргономичной одежды.//Современные проблемы науки и образования. – 2014, №4 (54); URL: <http://www.science-education.ru/117–13071> (дата обращения: 13.06.2014).
96. Саидова Ш.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Совершенствование методики конструирования поясной одежды с учетом повышенных эргономических требований.//Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №3(53); URL: <http://www.science-education.ru/117–13071> (дата обращения: 13.05.2014).
97. Саидова Ш.А., Петросова И.А., Гусева М.А., Зарецкая Г.П. Проектирование эргономичной одежды с учетом учебной и внеучебной деятельности детей школьного возраста //Materiály XI mezinárodní vědecko – praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015», 27 června – 05 červenců 2015 roku, Díl 7, Fyzika Matematika Moderní informační technologie Výstavba a architektura Technické vědy – Praha Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – С. 89 – 91.
98. Сахарова Н.А., Кузмичев Б.Е., Цан Ни Технология виртуального проектирования объемно–пространственной формы женских платьев по чертежам их конструкции//Швейная промышленность. – 2011, №2. – С.38–41
99. Талант И.Б. Новая схема конституциональных типов женщин//Казанский медицинский журнал. 1927, №5. – С. 548–557.
100. Фаритова Л.Х., Сурженко Е.Я. Исследование и оптимизация эргономических параметров конструкции спецодежды//Технология легкой промышленности. – 1984, №4 – С.33 – 37.

101. Чтецов В.П. Некоторые итоги и перспективы развития учения о конституциях//Вопросы антропологии. – 1972, Вып.40. – С. 93 – 107.
102. Шершнева Л.П., Ларькина Л.В. Современные подходы к проектированию динамически комфортных конструкций детской одежды// Швейная промышленность. – 2004, №5. – С.43 – 46.
103. Янина В.Н. Применение факторного анализа при выборе основных признаков, лежащих в основе физического развития взрослых женщин//Гигиена и санитария. 1985, №5. – С.56–58.

#### **Зарубежные книги**

104. *Anthropometry, apparel sizing and design / edited by D. Gupta, N. Zakaria* – Elsevier, 2014. – 368p.
105. *Handbook of anthropometry: Physical measures of human form in Health and disease/ edited by: Preedy V.R.* – Heidelberg: Springer, 2012. – 3000p.
106. *Medved V. Measurement of human locomotion.* – Boca Raton, Florida: CRC press, 2000. – 272p.

#### **Зарубежные статьи**

107. *Ashdown S. P., Loker S., Adelson C. Use of Body Scan Data to Design Sizing Systems Based on Target Markets//National Textile Center Research Briefs – Management Systems Competency: June 2004*
108. *Ashdown S.P., Mete F. Development of Visual Fit Assessment Tool for Apparel Firms//National Textile Center Annual Report: October 2010*
109. *Choi S., Ashdown S.P. 3D body scan analysis of dimensional change in lower body measurements for active body positions//Textile Research Journal, January 2011; Vol. 81, 1: pp. 81 – 93*
110. *Deepti Gupta. Design and engineering of functional clothing//Indian Journal of Fiber and Textile Research, 2011; Vol. 36, pp. 327–335*
111. *Hsiao H., Bradtmiller B., Whitestone J. Sizing and fit of fall – protection harnesses // Ergonomics. – 2003, Vol.46, Is.12. – P.1233–1258.*

112. *Jan Kuschan, Henning Schmidt, Jorg Kruger* Analysis of ergonomic and non-ergonomic human lifting behaviors by using Inertial Measurement Units//Current Directions in Biomedical Engineering – 2017, Vol. 3(1): pp. 7 – 10
113. *Khaldon Yosouf, Hadj Latroch, Laurence Schacher, Dominique C. Adolphe, Emilie Drean, Vüronique Zimpfer*. Frictional sound analysis by simulating the human arm movement. //Autex Research Journal – 2017, Vol. 17, № 1: pp. 12 – 19
114. *Khoshelham K., Altundag D., Ngan-Tillard D., Menenti M.* Influence of range measurement noise on roughness characterization of rock surfaces using terrestrial laser scanning. //International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences – 2011, Vol. 48 (8) – Dec1): pp. 8 – 10
115. *Lee Y., Hong K.* Development of indirect method for clothing pressure measurement using three – dimensional imaging//Textile Research Journal, September 2013; Vol. 83, 15: pp. 1594 – 1605
116. *Lu Y., Song G., Li J.* A Novel Approach for Fit Analysis of Protective Clothing Using Three-Dimensional Body Scanning//4th International Conference on 3D Body Scanning Technologies Long Beach CA, USA, 19–20 November 2013.
117. *Petrova A., Ashdown S.P.* Three – Dimensional Body Scan Data Analysis: Body Size and Shape Dependence of Ease Values for Pants' Fit//Clothing and Textiles Research Journal, July 2008; Vol. 26, 3: pp. 227 – 252
118. *Saidova Sh.A., Petrosova I.A., Andreeva E.G., Guseva M.A., Sanginova D.A.* A study of consumer demand for organization of rational schoolchildren wardrobe//V международная научно – практическая конференция «Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук. Том. 1. Actual problems of fundamental and applied sciences»: сборник трудов конференции. – Praha, Czech Republic, 2016. – С. 155–161.
119. *Schwarz L.A., Mateus D., Navab N.* Recognizing multiple human activities and tracking full – body pose in unconstrained environments//Pattern Recognition. – 2012, Vol.45, Is.1. – P.11 – 23

120. *Sohn M.H., Bye E.* Exploratory study on developing a body measurement method using motion capture // *Clothing and Textiles Research Journal*, July 2014; Vol. 32, 3: pp. 170 – 185

#### Патенты, свидетельства

121. Патент на изобретение № 2618414 (C1) RU. Трансформируемая одежда /Саидова Ш.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Зарецкая Г.П.// патентообладатель – РГУ им. Косыгина; заявл.: 19.01.2016; опубл.: 03.05.2017.

122. Патент на изобретение № 2016007662 (A1) US Athletic shorts garment apparatus with improveв inter formal gusset and surrounding modesty panel. Спортивные шорты с вставными клиньями для улучшения движения в области бёдер/ *Powell Leah Laake*; патентообладатель: SPARKLEZONE LLC; заявл. 09.07.2014; опубл.: 14.01.2016.

123. Патент на изобретение № 202760254 (U) CN Detachable school uniform. Школьная форма со съёмными деталями/*Yang Hongguang*; патентообладатель: Yang Hongguang; заявл. 25.06.2012; опубл.: 06.03.2013, класс МПК А41D29/00

124. Патент на изобретение № 203015922 (U) CN Male school uniform. Школьная форма для мальчиков/ *Tian Jinzhi, Gao Feng*; патентообладатель: Shandong Vocational COL SCI; заявл. 06. 10.2012; опубл.: 26.06.2013

125. Патент на изобретение № 204467034 (U) CN Novel school uniform. Школьная форма нового образца/ *Ma Youran*; патентообладатель: Ma Youran; заявл. 24.12.2014; опубл.: 15.07.2015, А41D27/00; А41D29/00

126. Патент на изобретение № 204467035 (U) CN Coat of school uniform. Пальто школьное/ *Bi Changming*; патентообладатель: Bi Changming; заявл. 20.12.2014; опубл.: 15.07.2015, А41D29/00.

127. Патент на изобретение № 204652314 (U) CN Size-adjustable school uniform. Школьная форма с возможностью изменения размеров/*Huangzhixiang*; патентообладатель: Huangzhixiang; заявл. 11.06.2012; опубл.: 08.08.2013, А41D27/00; А41D29/00

128. Патент на изобретение № 2551804 (A1) ES Ergonomic pijamas. Пижама с высокими эргономическими свойствами/*Carral Gonzalez Pablo*;

патентообладатель: Carral Gonzalez Pablo; заявл. 23.05.2014; опубл.: 23.11.2015, А 41D10/00

129. Патент на изобретение № 2015117439 (A) JP School uniform made of circular-knit fabric. Школьная форма из трикотажной ткани двойного плетения / *Yasui Kazuki, Sueyoshi Shoji, Takizawa Kiyoshi*; патентообладатель: Kuraray Trading CO LTD; заявл. 17.12.2013; опубл.: 25.06.2015

130. Патент на изобретение № SU563961 (A1) Способ определения эргономических показателей качества конструкции плечевых швейных изделий на фигуре человека и устройство для осуществления способа./ Коблякова Е.Б., Размахнин В.В.; патентообладатель: МТИЛП; заявл.: 29.01.1976; опубл.: 05.07.1977.

131. Патент на изобретение № SU745486 (A1) Способ определения эргономических показателей качества конструкции швейных изделий и устройство для его осуществления./Глебов А.З., Ливанова Т.Е.; патентообладатель: ЦНИИШП.; заявл.: 18.05.1978; опубл.: 07.07.1980.

132. Патент на изобретение № SU745487 (A1) Способ определения эргономических показателей качества конструкции плечевых швейных изделий на фигуре человека и устройство для осуществления способа./ Наурзбаева Н.Х., Коблякова Е.Б.; патентообладатель: МТИЛП; заявл.: 04.07.1978; опубл.: 05.07.1980.

133. Патент на изобретение № SU820790 (A1) Способ определения эргономических показателей качества плечевых швейных изделий и устройство для осуществления способа. / Коблякова Е.Б., Наурзбаева Н.Х.; патентообладатель: МТИЛП; заявл.: 31.05.1979; опубл.: 15.04.1981.

134. Патент на изобретение № SU936873 (A2) Устройство для определения эргономических показателей качества конструкции швейных изделий / Ливанова Т.Е.; патентообладатель: ЦНИИШП; заявл.: 19.12.1980; опубл.: 23.06.1982.

135. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010616185 РФ. Бесконтактный измерительный комплекс /Петросова И.А.,

Андреева Е.Г., Ключков Р.С.// патентообладатель – Минпромторг РФ; заявл. 08.10.2010; зарег. 20.10.2010.

### **Электронные ресурсы**

136. 3D Systems URL: [www.3dsystems.com/](http://www.3dsystems.com/) (дата обращения 20.04.2017).
137. 4DDynamics Bvba URL: [www.4ddynamics.com/](http://www.4ddynamics.com/) (дата обращения 20.04.2017).
138. Artec Group URL: [www.artec3d.com/](http://www.artec3d.com/) (дата обращения 20.04.2017).
139. bq URL: [eaders.com/](http://eaders.com/) (дата обращения 20.04.2017).
140. Creaform Inc. URL: [www.creaform3d.com](http://www.creaform3d.com) (дата обращения 20.04.2017)
141. DAVID 3D Solutions GbR URL: <http://www.david-3d.com/> (дата обращения 20.04.2017).
142. Dental Wings inc. URL: [www.dental-wings.com/](http://www.dental-wings.com/) (дата обращения 20.04.2017)
143. Explore Cornell–The 3D Body Scanner URL: [www.bodyscan.human.cornell.edu](http://www.bodyscan.human.cornell.edu) (дата обращения 20.04.2017).
144. FARO Technologies UK Ltd URL: [www.faro.com/](http://www.faro.com/) (дата обращения 20.04.2017).
145. GOM mbH URL: [www.gom.com](http://www.gom.com) (дата обращения 20.04.2017)
146. Leica Geosystems URL: [www.leica-geosystems.ru](http://www.leica-geosystems.ru) (дата обращения 20.04.2017).
147. Open Technologies Srl URL: [www.scanner3d.it/ru/](http://www.scanner3d.it/ru/) (дата обращения 20.04.2017).
148. RangeVision URL: [rangevision.com/](http://rangevision.com/) (дата обращения 20.04.2017)
149. ReconstructMe URL: <http://www.reconstructme.net/> (дата доступа 21.04.2017).
150. Roland DGA Corporation URL: [www.rolanddga.com/](http://www.rolanddga.com/) (дата обращения 20.04.2017).
151. SHINING 3D TECH URL: [www.shining3d.com/](http://www.shining3d.com/) (дата обращения 20.04.2017)
152. SMARTTECH 3D URL: [smarttech3dscanner.com](http://smarttech3dscanner.com) (дата обращения 20.04.2017).
153. Solutionix CORP URL: [www.solutionix.com/](http://www.solutionix.com/) (дата обращения 20.04.2017).
154. Texel URL: [texel.graphics](http://texel.graphics) (дата обращения 20.04.2017).
155. Trimble Navigation Limited URL: [www.trimble.com/](http://www.trimble.com/) (дата обращения 20.04.2017).

20.04.2017).

156. XYZprinting URL: [global.xyzprinting.com/](http://global.xyzprinting.com/) (дата обращения 20.04.2017)

157. ZBot URL: [www.zbot.cc/](http://www.zbot.cc/) (дата обращения 20.04.2017)

158. Интернет–сервис «Анкетолог» URL: <https://anketolog.ru/> (дата обращения 29.09.2015).

159. Справочный электронный ресурс Академик URL:  
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/173355>

160. Федеральный институт промышленной собственности. URL:  
<http://www.fips.ru> (дата доступа 05.03.2016).

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**





**Таблица А3 – Перечень размеров и ростов типовых фигур мальчиков школьного возраста, действующий в промышленности, совмещённый с классификацией типовых фигур мальчиков по данным 2000г.**

Подростковый возраст										
Ог/ размер	1-я полнотная группа					2-я полнотная группа				
	88	92	96	100	104	88	92	96	100	104
От	69	72	75	78	81	75	78	81	84	87
Рост	164	164	164			164	164	164		
	170	170	170	170		170	170	170	170	
	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
		188	188	188	188		188	188	188	188
			194	194	194			194	194	194

Старший школьный возраст										
Ог/ размер	1-я полнотная группа					2-я полнотная группа				
	68	72	76	80	84	68	72	76	80	84
От	57	60	63	66	69	63	66	69	72	75
Рост	152	152	152	152		152	152	152	152	
	158	158	158	158		158	158	158	158	158
		164	164	164	164		164	164	164	164
			170	170	170			170	170	170
			176	176				176	176	176

Младший школьный возраст										
Ог/ размер	1-я полнотная группа					2-я полнотная группа				
	60	64	68	72	76	60	64	68	72	76
От	54	57	60	63	66	60	63	66	69	72
Рост	122	122				122	122			
	128	128	128			128	128			
	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134
		140	140	140	140		140	140	140	140
		146	146	146	146		146	146	146	146

Айвенго Перемена Старт





**Таблица А6 – Перечень размеров и ростов типовых фигур девочек школьного возраста, действующий в промышленности, совмещённый с классификацией типовых фигур девочек по данным 2000г.**

<b>Подростковый возраст</b>															
Ог/ размер	1-я полнотная группа					2-я полнотная группа					3-я полнотная группа				
	84	88	92	96	100	84	88	92	96	100	84	88	92	96	100
Об	86	90	94	98	102	90	94	98	102	106	94	98	102	106	110
Рост	158	158	158	158		158	158	158	158		158	158	158	158	
	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
		176	176	176	176		176	176	176	176		176	176	176	176

<b>Старший школьный возраст</b>								
Ог/ размер	1-я полнотная группа				2-я полнотная группа			
	76	80	84	88	76	80	84	88
От	60	63	66	69	66	69	72	75
Рост	152	152	152		152	152	152	
	158	158	158	158	158	158	158	158
		164	164	164		164	164	164

<b>Младший школьный возраст</b>										
Ог/ размер	1-я полнотная группа					2-я полнотная группа				
	60	64	68	72	76	60	64	68	72	76
От	54	57	60	63	66	60	63	66	69	72
Рост	122	122				122	122			
	128	128	128			128	128	128		
	134	134	134	134		134	134	134	134	
		140	140	140	140		140	140	140	140
			146	146	146			146	146	146
				152	152				152	152

Айвенго
  Перемена
  Старт

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б****Антропометрические и маркетинговые исследования по выявлению потребительских требований к школьной форме**

Анкета «Школьная форма»

Уважаемые родители! Просим Вас участвовать в опросе. Ваши ответы помогут разработать качественную, удобную и красивую школьную форму.

1. Ваш возраст: \_\_\_\_\_ 2. Ваш пол: М  Ж

3. Возраст ребенка: \_\_\_\_\_ 4. Пол ребенка: М  Ж

5. Укажите если знаете, размерные признаки Вашего ребенка,

рост  обхват груди  обхват талии  обхват бедер

Схема проведения измерений:



Мальчики всех возрастов:

рост  обхват груди  обхват талии

Девочки младшего и старшего возраста:

рост  обхват груди  обхват талии

Девочки подросткового возраста:

рост  обхват груди  обхват бедер

6. Уровень доходов:

средний  ниже среднего  высокий

7. Предпочтительное место приобретения школьной формы:

- в фирменном магазине  интернет-магазин  
 индивидуальный пошив  другое \_\_\_\_\_ (укажите)  
 школьный сайт

8. Какую сумму вы готовы потратить на приобретение комплекта школьной формы из 3 (трех) изделий:

Для мальчика:

пиджак+сорочка+брюки

3-4 тыс. рублей

4-6 тыс. рублей

6-8 тыс. рублей

Для девочки:

жакет+блузка+юбка (брюки)

3-4 тыс. рублей

4-6 тыс. рублей

6-8 тыс. рублей

**9. Какие изделия на Ваш взгляд должны войти в комплект школьной формы?**

**Для мальчиков**

- брюки  
 жилет  
 пиджак  
 курточка  
 сорочка  
 водолазка  
 джемпер

**Для девочек**

- юбка  
 жилет  
 жакет  
 сарафан  
 платье  
 блузка  
 водолазка  
 брюки

**10. Как Вы считаете, школьная форма должна быть?**

- одного цвета  сочетание цветов

**11. Какой основной цвет Вы выберете для школьной формы?**

**12. Выбранная ткань должна быть однотонной, или приемлем рисунок (например, клетка, полоска)?**

- однотонная  с рисунком (каким) \_\_\_\_\_

**13. Какое количество изделий одного вида требуется Вашему ребенку в течении года?**

Предметы одежды	Укажите количество, шт.	
	фактическое	желаемое
Брюки		
Сорочка (блузка)		
Жилет		
Пиджак (жакет)		
Юбка		
Сарафан		
Платье		
Джемпер		
Футболка		
Нижнее белье		
Спортивные шорты		
Плащ		
Куртка демисезонная		
Куртка зимняя		
Пальто		
Другое (укажите)		

**14. Учитываете ли Вы мнение ребенка при выборе школьной формы?**

- нет  да

№ школы Вашего ребенка \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_ Регион \_\_\_\_\_

**Спасибо за участие!**

## Приложение В

**Таблицы вычисления теоретического распределения длины тела, обхвата груди и талии (бедер) детей школьного  
возраста**

Таблица В1 – Основные статистические параметры размерных признаков фигур детей школьного возраста

Возраст	Номер признака	Признак	n	min	max	<i>M</i> , см	$\sigma$ , см	$\gamma_1$	$\gamma_2$	<i>P</i> , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мальчики 7–11лет 6мес.	T1	Длина тела	408	118	166	139,45	10,61	0,078	-0,438	3,52
	T16	Обхват груди третий		52	90	68,52	7,60	0,341	-0,056	4,59
	T18	Обхват талии		50	92	66,14	8,11	0,333	-0,114	4,82
Мальчики 11лет 7 мес.–14лет 6мес.	T1	Длина тела	223	129	180	160,32	9,98	-0,239	0,246	4,41
	T16	Обхват груди третий		62	105	80,77	8,92	0,275	-0,246	4,87
	T18	Обхват талии		56	92	70,73	7,83	0,138	-0,501	4,64
Мальчики 14лет 7мес.–17лет 11мес.	T1	Длина тела	103	164	187	175,97	5,76	-0,268	-0,241	4,75
	T16	Обхват груди третий		74	110	90,71	7,85	0,286	-0,228	4,89
	T18	Обхват талии		58	95	76,84	8,65	0,164	-0,486	4,88
Девочки 7–11лет 6мес.	T1	Длина тела	460	110	164	137,73	10,74	-0,094	-0,214	2,41
	T16	Обхват груди третий		50	94	67,85	8,54	0,294	0,189	4,77
	T18	Обхват талии		46	90	63,22	7,35	0,282	0,198	4,67
Девочки 11лет 7 мес.–14лет 6мес	T1	Длина тела	415	140	178	160,51	7,63	-0,322	0,102	4,61
	T16	Обхват груди третий		60	104,9	81,85	8,17	-0,039	0,507	3,43
	T18	Обхват талии		52	90	69,81	7,37	0,104	-0,563	4,57
Девочки 14лет 7мес.–17лет 11мес.	T1	Длина тела	162	152	182	165,79	5,39	-0,015	0,558	3,43
	T16	Обхват груди третий		68	109	87,81	6,97	0,083	0,639	4,76
	T19	Обхват бедер		72,6	110	93,76	7,23	-0,223	0,358	4,86

**Таблица В2 – Расчет теоретического распределения длины тела мальчиков старшего школьного возраста (12–15 лет),  $M_x=160,32$  см,  $\sigma_x=9,98$  см**

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\Phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-125	-	-	-	-	-	-35,32	-3,54	0,9998	-	-
	128	-32,32	-3,24	0,0021	0,00	-	-	-	0,0014	0,1
-131	-	-	-	-	-	-29,32	-2,94	0,9984	-	-
	134	-26,32	-2,64	0,01223	0,7	-	-	-	0,008	0,8
-137	-	-	-	-	-	-23,32	-2,34	0,9904	-	-
	140	-20,32	-2,04	0,0498	2,99	-	-	-	0,0313	3,1
-143	-	-	-	-	-	-17,32	-1,74	0,9591	-	-
	146	-14,32	-1,43	0,1425	8,6	-	-	-	0,0883	8,8
-149	-	-	-	-	-	-11,32	-1,13	0,8708	-	-
	152	-8,32	-0,83	0,28269	17,00	-	-	-	0,1689	16,9
-155	-	-	-	-	-	-5,32	-0,53	0,7019	-	-
	158	-2,32	-0,23	0,38853	23,36	-	-	-	0,174	17,4
-161	-	-	-	-	-	0,68	0,07	0,5279	-	-
	164	3,68	0,37	0,37255	22,40	-	-	-	-0,2207	22,1
-167	-	-	-	-	-	6,68	0,67	0,7486	-	-
	170	9,68	0,97	0,24923	14,98	-	-	-	-0,1494	14,9
-173	-	-	-	-	-	12,68	1,27	0,898	-	-
	176	15,68	1,57	0,11632	6,99	-	-	-	-0,0713	7,1
-179	-	-	-	-	-	18,68	1,87	0,9693	-	-
	182	21,68	2,17	0,03788	2,28	-	-	-	-0,0239	2,4
-185	-	-	-	-	-	24,68	2,47	0,9932	-	-
	188	27,68	2,77	0,00861	0,5	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В3 – Расчет теоретического распределения длины тела мальчиков – подростков (16–18 лет)  $M_x=175,97$  см,  $\sigma_x=5,76$  см**

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-155	-	-	-	-	-	-20,97	-3,63	0,9998	-	-
	158	-17,97	-3,11	0,00317	0,03		-	-	0,0046	0,5
-161	-	-	-	-	-	-14,97	-2,59	0,9952	-	-
	164	-11,97	-2,07	0,04682	3,86		-	-	0,0558	5,58
-167	-	-	-	-	-	-8,97	-1,55	0,9394	-	-
	170	-5,97	-1,03	0,32471	31,74		-	-	0,2444	24,44
-173	-	-	-	-	-	-2,97	-0,51	0,695	-	-
	176	0,03	0,01	0,39892	40,05		-	-	-0,0069	0,69
-179	-	-	-	-	-	3,03	0,53	0,7019	-	-
	182	6,03	1,05	0,22988	22,08		-	-	-0,2387	23,87
-185	-	-	-	-	-	9,03	1,56	0,9406	-	-
	188	12,03	2,08	0,04586	3,06		-	-	-0,0567	5,67
-191	-	-	-	-	-	16,03	2,78	0,9973	-	-
					100					

**Таблица В4 – Расчет теоретического распределения длины тела девочек младшего школьного возраста (7–11 лет)  $M_x=137,73$ см,  $\sigma_x=10,74$ см**

Верхняя граница интервалов, x	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	104	-33,73	-3,14	0,00288	0,16	-	-	-	-	-
-107	-	-	-	-	-	-30,73	-2,86	0,9979	-	-
	110	-27,73	-2,58	0,01431	0,80	-	-	-	0,0083	0,83
-113	-	-	-	-	-	-24,73	-2,31	0,9896	-	-
	116	-21,73	-2,02	0,05186	2,90	-	-	-	0,0305	3,05
-119	-	-	-	-	-	-18,73	-1,74	0,9591	-	-
	122	-15,73	-1,46	0,13742	7,68	-	-	-	0,0761	7,61
-125	-	-	-	-	-	-12,73	-1,19	0,883	-	-
	128	-9,73	-0,91	0,26369	14,73	-	-	-	0,1473	14,73
-131	-	-	-	-	-	-6,73	-0,63	0,7357	-	-
	134	-3,73	-0,35	0,37524	20,96	-	-	-	0,2078	20,78
-137	-	-	-	-	-	-0,73	-0,07	0,5279	-	-
	140	2,27	0,21	0,39024	21,80	-	-	-	-0,16	16,00
-143	-	-	-	-	-	5,27	0,49	0,6879	-	-
	146	8,27	0,77	0,29659	16,57	-	-	-	-0,1652	16,52
-149	-	-	-	-	-	11,27	1,05	0,8531	-	-
	152	14,27	1,33	0,16474	9,20	-	-	-	-0,0932	9,32
-155	-	-	-	-	-	17,27	1,61	0,9463	-	-
	158	20,27	1,89	0,06687	3,74	-	-	-	-0,0387	3,87
-161	-	-	-	-	-	23,27	2,17	0,985	-	-
	164	26,27	2,45	0,01984	1,11	-	-	-	-0,0118	1,18
-167	-	-	-	-	-	29,27	2,73	0,9968	-	-
	170	32,27	3,00	0,00443	0,25	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В5 – Расчет теоретического распределения длины тела девочек старшего школьного возраста (12–15лет)  $M_x= 160,51\text{см}$ ,  $\sigma_x=7,63\text{см}$**

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-131	-	-	-	-	-	-29,51	-3,87	0,9999	-	-
	134	-26,51	-3,47	0,00097	0,08	-	-	-	0,0009	0,09
-137	-	-	-	-	-	-23,51	-3,08	0,999	-	-
	140	-20,51	-2,69	0,01071	0,84	-	-	-	0,01	1,0
-143	-	-	-	-	-	-17,51	-2,29	0,989	-	-
	146	-14,51	-1,90	0,06562	5,16	-	-	-	0,0545	5,45
-149	-	-	-	-	-	-11,51	-1,51	0,9345	-	-
	152	-8,51	-1,12	0,21307	16,75	-	-	-	0,1703	17,03
-155	-	-	-	-	-	-5,51	-0,72	0,7642	-	-
	158	-2,51	-0,33	0,3778	29,71	-	-	-	0,2403	24,03
-161	-	-	-	-	-	0,49	0,06	0,5239	-	-
	164	3,49	0,46	0,35889	28,22	-	-	-	-0,2784	27,84
-167	-	-	-	-	-	6,49	0,85	0,8023	-	-
	170	9,49	1,24	0,18494	14,54	-	-	-	-0,1472	14,72
-173	-	-	-	-	-	12,49	1,64	0,9495	-	-
	176	15,49	2,03	0,05082	4,00	-	-	-	-0,0427	4,27
-179	-	-	-	-	-	18,49	2,42	0,9922	-	-
	182	21,49	2,82	0,00748	0,59	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В6 – Расчет теоретического распределения длины тела девочек – подростков (16–18лет)  $M_x=165,79$  см,  $\sigma_x=5,39$  см**

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-143	-	-	-	-	-	-22,79	-4,23	-	-	-
	146	-19,79	-3,67	0,00047	0,05	-	-	-	0,001	0,1
-149	-	-	-	-	-	-16,79	-3,12	0,999	-	-
	152	-13,79	-2,56	0,01506	1,68	-	-	-	0,0217	2,17
-155	-	-	-	-	-	-10,79	-2,00	0,9773	-	-
	158	-7,79	-1,45	0,13943	15,52	-	-	-	0,164	16,4
-161	-	-	-	-	-	-4,79	-0,89	0,8133	-	-
	164	-1,79	-0,33	0,3778	42,05	-	-	-	0,2262	22,62
-167	-	-	-	-	-	1,21	0,22	0,5871	-	-
	170	4,21	0,78	0,29431	32,76	-	-	-	-0,3228	32,28
-173	-	-	-	-	-	7,21	1,34	0,9099	-	-
	176	10,21	1,89	0,06687	7,44	-	-	-	-0,083	8,3
-179	-	-	-	-	-	13,21	2,45	0,9929	-	-
	182	16,21	3,01	0,0043	0,48	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В7 – Расчет теоретического распределения обхвата груди мальчиков младшего школьного возраста (7–11 лет.)  $M_x=68,52$  см,  $\sigma_x=7,60$  см**

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-46	-	-	-	-	-	-22,52	-2,96	0,9985	-	-
	48	-20,52	-2,70	0,01042	0,55	-	-	-	0,0058	0,58
-50	-	-	-	-	-	-18,52	-2,44	0,9927	-	-
	52	-16,52	-2,17	0,03788	1,99	-	-	-	0,0208	2,08
-54	-	-	-	-	-	-14,52	-1,91	0,9719	-	-
	56	-12,52	-1,65	0,10226	5,38	-	-	-	0,0557	5,57
-58	-	-	-	-	-	-10,52	-1,38	0,9162	-	-
	60	-8,52	-1,12	0,21307	11,21	-	-	-	0,1111	11,11
-62	-	-	-	-	-	-6,52	-0,86	0,8051	-	-
	64	-4,52	-0,59	0,33521	17,64	-	-	-	0,1758	17,58
-66	-	-	-	-	-	-2,52	-0,33	0,6293	-	-
	68	-0,52	-0,07	0,39797	20,95	-	-	-	0,0539	5,39
-70	-	-	-	-	-	1,48	0,19	0,5754	-	-
	72	3,48	0,46	0,35889	18,89	-	-	-	-0,1888	18,88
-74	-	-	-	-	-	5,48	0,72	0,7642	-	-
	76	7,48	0,98	0,24681	12,99	-	-	-	-0,1302	13,02
-78	-	-	-	-	-	9,48	1,25	0,8944	-	-
	80	11,48	1,51	0,12758	6,71	-	-	-	-0,0672	6,72
-82	-	-	-	-	-	13,48	1,77	0,9616	-	-
	84	15,48	2,04	0,0498	2,62				0,7723	77,23
-86	-	-	-	-	-	17,48	2,30	0,1893	-	-
	88	19,48	2,56	0,01506	0,79	-	-	-	-0,8084	80,84
-90	-	-	-	-	-	21,48	2,83	0,9977	-	-
	92	23,48	3,09	0,00337	0,18	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В8 – Расчет теоретического распределения обхвата груди мальчиков старшего школьного возраста (12–15 лет)  $M_x=80,77$  см,  $\sigma_x=8,92$  см**

Верхняя граница интервалов, x	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	56	-24,77	-2,78	0,00837	0,38	-	-	-	-	-
-58	-	-	-	-	-	-22,77	-2,55	0,9946	-	-
	60	-20,77	-2,33	0,02643	1,19	-	-	-	0,0125	1,25
-62	-	-	-	-	-	-18,77	-2,10	0,9821	-	-
	64	-16,77	-1,88	0,06814	3,06	-	-	-	0,0306	3,06
-66	-	-	-	-	-	-14,77	-1,66	0,9515	-	-
	68	-12,77	-1,43	0,1435	6,43	-	-	-	0,0646	6,46
-70	-	-	-	-	-	-10,77	-1,21	0,8869	-	-
	72	-8,77	-0,98	0,24681	11,07	-	-	-	0,1105	11,05
-74	-	-	-	-	-	-6,77	-0,76	0,7764	-	-
	76	-4,77	-0,53	0,34667	15,54	-	-	-	0,1547	15,47
-78	-	-	-	-	-	-2,77	-0,31	0,6217	-	-
	80	-0,77	-0,09	0,39733	17,82	-	-	-	0,066	6,60
-82	-	-	-	-	-	1,23	0,14	0,5557	-	-
	84	3,23	0,36	0,37391	16,77	-	-	-	-0,1667	16,67
-86	-	-	-	-	-	5,23	0,59	0,7224	-	-
	88	7,23	0,81	0,28737	12,89	-	-	-	-0,1261	12,61
-90	-	-	-	-	-	9,23	1,03	0,8485	-	-
	92	11,23	1,26	0,18037	8,09	-	-	-	-0,0821	8,21
-94	-	-	-	-	-	13,23	1,48	0,9306	-	-
	96	15,23	1,71	0,09246	4,15	-	-	-	-0,0426	4,26
-98	-	-	-	-	-	17,23	1,93	0,9732	-	-
	100	19,23	2,16	0,03871	1,74	-	-	-	-0,0181	1,81
-102	-	-	-	-	-	21,23	2,38	0,9913	-	-
	104	23,23	2,60	0,01358	0,61	-	-	-	-0,0064	0,64
-106	-	-	-	-	-	25,23	2,83	0,9977	-	-
	108	27,23	3,05	0,00381	0,17	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В9 – Расчет теоретического распределения обхвата груди мальчиков подростков (16–18лет),  $M_x=90,71$ см,  $\sigma_x=7,85$ см**

Верхняя граница интервалов, х	Среднее значение интервалов, х <sub>1</sub>	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		х <sub>1</sub> -M <sub>x</sub>	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	φ(u)	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	х-M <sub>x</sub>	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	Φ(u)	Относительная численность в интервале	Численность, %
-70	-	-	-	-	-	-20,71	-2,64	0,9959	-	-
	72	-18,71	-2,38	0,02349	1,20	-	-	-	0,0125	1,3
-74	-	-	-	-	-	-16,71	-2,13	0,9834	-	-
	76	-14,71	-1,87	0,06943	3,54	-	-	-	0,036	3,6
-78	-	-	-	-	-	-12,71	-1,62	0,9474	-	-
	80	-10,71	-1,36	0,15822	8,06	-	-	-	0,0809	8,1
-82	-	-	-	-	-	-8,71	-1,11	0,8665	-	-
	84	-6,71	-0,85	0,27798	14,17	-	-	-	0,1407	14,1
-86	-	-	-	-	-	-4,71	-0,60	0,7258	-	-
	88	-2,71	-0,35	0,37524	19,12	-	-	-	0,1899	19,0
-90	-	-	-	-	-	-0,71	-0,09	0,5359	-	-
	92	1,29	0,16	0,39387	20,07	-	-	-	-0,1269	12,7
-94	-	-	-	-	-	3,29	0,42	0,6628		
	96	5,29	0,67	0,31874	16,24	-	-	-	-0,161	16,1
-98	-	-	-	-	-	7,29	0,93	0,8238		
	100	9,29	1,18	0,19886	10,13	-	-	-	-0,1013	10,1
-102	-	-	-	-	-	11,29	1,44	0,9251		
	104	13,29	1,69	0,09566	4,87	-	-	-	-0,0493	4,9
-106	-	-	-	-	-	15,29	1,95	0,9744	-	-
	108	17,29	2,20	0,03547	1,81	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В10 – Расчет теоретического распределения обхвата груди девочек младшего школьного возраста (7–11лет),  $M_x=67,85$ см,  $\sigma_x=8,54$ см**

Верхняя граница интервалов, х	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	44	-23,85	-2,79	0,00814	0,38	-	-	-	-	-
-46	-	-	-	-	-	-21,85	-2,56	0,9948	-	-
	48	-19,85	-2,32	0,02705	1,27	-	-	-	0,0131	1,31
-50	-	-	-	-	-	-17,85	-2,09	0,9817	-	-
	52	-15,85	-1,86	0,07074	3,31	-	-	-	0,0343	3,43
-54	-	-	-	-	-	-13,85	-1,62	0,9474	-	-
	56	-11,85	-1,39	0,15183	7,11	-	-	-	0,0725	7,25
-58	-	-	-	-	-	-9,85	-1,15	0,8749	-	-
	60	-7,85	-0,92	0,26129	12,24	-	-	-	0,12	12,00
-62	-	-	-	-	-	-5,85	-0,69	0,7549	-	-
	64	-3,85	-0,45	0,36053	16,88	-	-	-	0,1678	16,78
-66	-	-	-	-	-	-1,85	-0,22	0,5871	-	-
	68	0,15	0,02	0,39886	18,68	-	-	-	-0,0116	01,16
-70	-	-	-	-	-	2,15	0,25	0,5987	-	-
	72	4,15	0,49	0,35381	16,57	-	-	-	-0,1655	16,55
-74	-	-	-	-	-	6,15	0,72	0,7642	-	-
	76	8,15	0,95	0,25406	11,90	-	-	-	-0,1188	11,88
-78	-	-	-	-	-	10,15	1,19	0,883	-	-
	80	12,15	1,42	0,14556	6,82	-	-	-	-0,0685	6,85
-82	-	-	-	-	-	14,15	1,66	0,9515	-	-
	84	16,15	1,89	0,06687	3,13	-	-	-	-0,0319	3,19
86	-	-	-	-	-	18,15	2,13	0,9834	-	-
	88	20,15	2,36	0,02463	1,15	-	-	-	-0,0118	1,18
-90	-	-	-	-	-	22,15	2,59	0,9952	-	-
	92	24,15	2,83	0,00727	0,34	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В11 – Расчет теоретического распределения обхвата груди девочек старшего школьного возраста (12-15лет),  $M_x=81,85$  см,  $\sigma_x=8,17$ см**

Верхняя граница интервалов, x	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	60	-21,85	-2,67	0,0113	0,55	-	-	-	-	-
-62	-	-	-	-	-	-19,85	-2,43	0,9924	-	-
	64	-17,85	-2,18	0,03706	1,81	-	-	-	0,0186	1,86
-66	-	-	-	-	-	-15,85	-1,94	0,9738	-	-
	68	-13,85	-1,70	0,09405	4,60	-	-	-	0,0473	4,73
-70	-	-	-	-	-	-11,85	-1,45	0,9265	-	-
	72	-9,85	-1,21	0,19186	9,39	-	-	-	0,095	9,50
-74	-	-	-	-	-	-7,85	-0,96	0,8315	-	-
	76	-5,85	-0,72	0,30785	15,07	-	-	-	0,1507	15,07
-78	-	-	-	-	-	-3,85	-0,47	0,6808	-	-
	80	-1,85	-0,23	0,38853	19,02	-	-	-	0,1728	17,28
-82	-	-	-	-	-	0,15	0,02	0,508	-	-
	84	2,15	0,26	0,38568	18,88	-	-	-	-0,187	18,70
-86	-	-	-	-	-	4,15	0,51	0,695	-	-
	88	6,15	0,75	0,30114	14,74	-	-	-	-0,1463	14,63
-90	-	-	-	-	-	8,15	1,00	0,8413	-	-
	92	10,15	1,24	0,18494	9,05	-	-	-	-0,0906	9,06
-94	-	-	-	-	-	12,15	1,49	0,9319	-	-
	96	14,15	1,73	0,08933	4,37	-	-	-	-0,0443	4,43
-98	-	-	-	-	-	16,15	1,98	0,9762	-	-
	100	18,15	2,22	0,03394	1,66	-	-	-	-0,017	1,70
102	-	-	-	-	-	20,15	2,47	0,9932	-	-
	104	22,15	2,71	0,01014	0,50	-	-	-	-	-
					100					

Таблица В12 – Расчет теоретического распределения обхвата груди девочек подростков (16 –18 лет),  $M_x=87,81\text{см}$ ,  $\sigma_x=6,97\text{см}$ 

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1-M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100$ %	$x-M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	68	-19,81	-2,84	0,00707	0,41	-	-	-	-	-
-70	-	-	-	-	-	-17,81	-2,56	0,9948	-	-
	72	-15,81	-2,27	0,03034	1,74	-	-	-	0,0186	1,9
-74	-	-	-	-	-	-13,81	-1,98	0,9762	-	-
	76	-11,81	-1,69	0,09566	5,49	-	-	-	0,0555	5,6
-78	-	-	-	-	-	-9,81	-1,41	0,9207	-	-
	80	-7,81	-1,12	0,21307	12,23	-	-	-	0,124	12,4
-82	-	-	-	-	-	-5,81	-0,83	0,7967	-	-
	84	-3,81	-0,55	0,34294	19,68	-	-	-	0,1941	19,41
-86	-	-	-	-	-	-1,81	-0,26	0,6026	-	-
	88	0,19	0,03	0,39876	22,88	-	-	-	-0,0191	1,91
-90	-	-	-	-	-	2,19	0,31	0,6217	-	-
	92	4,19	0,60	0,33322	19,12	-	-	-	-0,1916	19,16
-94	-	-	-	-	-	6,19	0,89	0,8133	-	-
	96	8,19	1,18	0,19886	11,41	-	-	-	-0,1146	11,46
-98	-	-	-	-	-	10,19	1,46	0,9279	-	-
	100	12,19	1,75	0,08628	4,95	-	-	-	-0,0514	5,14
-102	-	-	-	-	-	14,19	2,04	0,9793	-	-
	104	16,19	2,32	0,02705	1,55	-	-	-	-0,0162	1,62
-106	-	-	-	-	-	18,19	2,61	0,9955	-	-
	108	20,19	2,90	0,00595	0,34	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В13 – Расчет теоретического распределения обхвата талии мальчиков младшего школьного возраста (7–11лет),  $M_x= 66,14$  см,  $\sigma_x=8,11$ см**

Верхняя граница интервалов, х	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	45	-21,14	-2,61	0,01323	0,49	-	-	-	-	-
-46,5	-	-	-	-	-	-19,64	-2,42	0,9922	-	-
	48	-18,14	-2,24	0,03246	1,20	-	-	-	0,0124	1,24
-49,5	-	-	-	-	-	-16,64	-2,05	0,9798	-	-
	51	-15,14	-1,87	0,06943	2,57	-	-	-	0,0263	2,63
-52,5	-	-	-	-	-	-13,64	-1,68	0,9535	-	-
	54	-12,14	-1,50	0,12952	4,79	-	-	-	0,0486	4,86
-55,5	-	-	-	-	-	-10,64	-1,31	0,9049	-	-
	57	-9,14	-1,13	0,21069	7,79	-	-	-	0,0785	7,85
-58,5	-	-	-	-	-	-7,64	-0,94	0,8264	-	-
	60	-6,14	-0,76	0,29897	11,06	-	-	-	0,1107	11,07
-61,5	-	-	-	-	-	-4,64	-0,57	0,7157	-	-
	63	-3,14	-0,39	0,36973	13,68	-	-	-	0,1364	13,64
-64,5	-	-	-	-	-	-1,64	-0,20	0,5793	-	-
	66	-0,14	-0,02	0,39886	14,75	-	-	-	0,0118	1,18
-67,5	-	-	-	-	-	1,36	0,17	0,5675	-	-
	69	2,86	0,35	0,37524	13,88	-	-	-	-0,1379	13,79
-70,5	-	-	-	-	-	4,36	0,54	0,7054	-	-
	72	5,86	0,72	0,30785	11,39	-	-	-	-0,1132	11,32
-73,5	-	-	-	-	-	7,36	0,91	0,8186	-	-
	75	8,86	1,09	0,22025	8,15	-	-	-	-0,0811	8,11
-76,5	-	-	-	-	-	10,36	1,28	0,8997	-	-
	78	11,86	1,46	0,13742	5,08	-	-	-	-0,0508	5,08
-79,5	-	-	-	-	-	13,36	1,65	0,9505	-	-
	81	14,86	1,83	0,07477	2,77	-	-	-	-0,0278	2,78
-82,5	-	-	-	-	-	16,36	2,02	0,9783	-	-
	84	17,86	2,20	0,03547	1,31	-	-	-	-0,0133	1,33
-85,5	-	-	-	-	-	19,36	2,39	0,9916	-	-
	87	20,86	2,57	0,01468	0,54	-	-	-	-0,0055	0,55
-88,5	-	-	-	-	-	22,36	2,76	0,9971	-	-
	90	23,86	2,94	0,0053	0,20	-	-	-	-	-
-91,5	-	-	-	-	-	25,36	3,13	-	-	-
	93	26,86	3,31	0,00167	0,06	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В14 – Расчет теоретического распределения обхвата талии мальчиков старшего школьного возраста (11–15лет),  $M_x=70,73$  см,  $\sigma_x=7,83$  см**

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	45	-25,73	-3,29	0,00178	0,07	-	-	-	-	-
-46,5	-	-	-	-	-	-24,23	-3,09	0,999	-	-
	48	-22,73	-2,90	0,00595	0,23	-	-	-	0,0024	0,24
-49,5	-	-	-	-	-	-21,23	-2,71	0,9966	-	-
	51	-19,73	-2,52	0,01667	0,64	-	-	-	0,0065	0,65
-52,5	-	-	-	-	-	-18,23	-2,33	0,9901	-	-
	54	-16,73	-2,14	0,04041	1,55	-	-	-	0,0157	1,57
-55,5	-	-	-	-	-	-15,23	-1,95	0,9744	-	-
	57	-13,73	-1,75	0,08628	3,31	-	-	-	0,0338	3,38
-58,5	-	-	-	-	-	-12,23	-1,56	0,9406	-	-
	60	-10,73	-1,37	0,15608	5,98	-	-	-	0,0596	5,96
-61,5	-	-	-	-	-	-9,23	-1,18	0,881	-	-
	63	-7,73	-0,99	0,24439	9,36	-	-	-	0,0929	9,29
-64,5	-	-	-	-	-	-6,23	-0,80	0,7881	-	-
	66	-4,73	-0,60	0,33322	12,77	-	-	-	-0,1326	13,26
-67,5	-	-	-	-	-	-3,23	-0,41	0,9207	-	-
	69	-1,73	-0,22	0,3894	14,92	-	-	-	0,4087	40,87
-70,5	-	-	-	-	-	-0,23	-0,03	0,512	-	-
	72	1,27	0,16	0,39387	15,09	-	-	-	-0,1248	12,48
-73,5	-	-	-	-	-	2,77	0,35	0,6368	-	-
	75	4,27	0,55	0,34294	13,14	-	-	-	-0,1336	13,36
-76,5	-	-	-	-	-	5,77	0,74	0,7704	-	-
	78	7,27	0,93	0,25888	9,92	-	-	-	-0,0982	9,82
-79,5	-	-	-	-	-	8,77	1,12	0,8686	-	-
	81	10,27	1,31	0,16915	6,48	-	-	-	-0,0646	6,46
-82,5	-	-	-	-	-	11,77	1,50	0,9332	-	-
	84	13,27	1,69	0,09566	3,66	-	-	-	-0,0374	3,74
-85,5	-	-	-	-	-	14,77	1,89	0,9706	-	-
	87	16,27	2,08	0,04586	1,76	-	-	-	-0,0178	1,78
-88,5	-	-	-	-	-	17,77	2,27	0,9884	-	-
	90	19,27	2,46	0,01936	0,74	-	-	-	-0,0076	0,76
-91,5	-	-	-	-	-	20,77	2,65	0,996	-	-
	93	22,27	2,84	0,00707	0,27	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В15 – Расчет теоретического распределения обхвата талии мальчиков подростков (16–18 лет),  $M_x=76,84\text{см}$ ,  $\sigma_x=8,65\text{см}$** 

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-55,5	-	-	-	-	-	-21,34	-2,47	0,9932	-	-
	57	-19,84	-2,29	0,03898	1,35	-	-	-	0,0102	1,02
-58,5	-	-	-	-	-	-18,34	-2,12	0,983	-	-
	60	-16,84	-1,95	0,05959	2,07	-	-	-	0,0214	2,14
-61,5	-	-	-	-	-	-15,34	-1,77	0,9616	-	-
	63	-13,84	-1,60	0,11092	3,85	-	-	-	0,038	3,80
-64,5	-	-	-	-	-	-12,34	-1,43	0,9236	-	-
	66	-10,84	-1,25	0,18265	6,33	-	-	-	0,0637	6,37
-67,5	-	-	-	-	-	-9,34	-1,08	0,8599	-	-
	69	-7,84	-0,91	0,26369	9,14	-	-	-	0,0926	9,26
-70,5	-	-	-	-	-	-6,34	-0,73	0,7673	-	-
	72	-4,84	-0,56	0,34105	11,83	-	-	-	0,1156	11,56
-73,5	-	-	-	-	-	-3,34	-0,39	0,6517	-	-
	75	-1,84	-0,21	0,39024	13,53	-	-	-	0,1357	13,57
-76,5	-	-	-	-	-	-0,34	-0,04	0,516	-	-
	78	1,16	0,13	0,39559	13,72	-	-	-	-0,1057	10,57
-79,5	-	-	-	-	-	2,66	0,31	0,6217	-	-
	81	4,16	0,48	0,35553	12,33	-	-	-	-0,1205	12,05
-82,5	-	-	-	-	-	5,66	0,65	0,7422	-	-
	84	7,16	0,83	0,28269	9,80	-	-	-	-0,0991	9,91
-85,5	-	-	-	-	-	8,66	1,00	0,8413	-	-
	87	10,16	1,17	0,20121	6,98	-	-	-	-0,0702	7,02
-88,5	-	-	-	-	-	11,66	1,35	0,9115	-	-
	90	13,16	1,52	0,12566	4,36	-	-	-	-0,043	4,3
-91,5	-	-	-	-	-	14,66	1,69	0,9545	-	-
	93	16,16	1,87	0,06943	2,41	-	-	-	-0,0248	-2,48
-94,5	-	-	-	-	-	17,66	2,04	0,9793	-	-
	96	19,16	2,22	0,03394	1,18	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В16 – Расчет теоретического распределения обхвата талии девочек младшего школьного возраста (7–11лет),  $M_x=63,22$ см,  $\sigma_x=7,35$  см**

Верхняя граница интервалов, x	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	45	-18,22	-2,48	0,01842	0,75	-	-	-	-	-
-46,5	-	-	-	-	-	-16,72	-2,27	0,9884	-	-
-49,5	48	-15,22	-2,07	0,04682	1,91	-	-	-	0,0191	1,91
-49,5	-	-	-	-	-	-13,72	-1,87	0,9693	-	-
-52,5	51	-12,22	-1,66	0,100059	4,08	-	-	-	0,0414	4,14
-52,5	-	-	-	-	-	-10,72	-1,46	0,9279	-	-
-55,5	54	-9,22	-1,25	0,18265	7,45	-	-	-	0,0748	7,48
-55,5	-	-	-	-	-	-7,72	-1,05	0,8531	-	-
-58,5	57	-6,22	-0,85	0,27798	11,34	-	-	-	0,1142	11,42
-58,5	-	-	-	-	-	-4,72	-0,64	0,7389	-	-
-61,5	60	-3,22	-0,44	0,36213	14,78	-	-	-	0,1479	14,79
-61,5	-	-	-	-	-	-1,72	-0,23	0,591	-	-
-64,5	63	-0,22	-0,03	0,39876	16,27	-	-	-	0,0235	2,35
-64,5	-	-	-	-	-	1,28	0,17	0,5675	-	-
-67,5	66	2,78	0,38	0,37115	15,15	-	-	-	-0,1515	15,15
-67,5	-	-	-	-	-	4,28	0,58	0,719	-	-
-70,5	69	5,78	0,79	0,292	11,92	-	-	-	-0,1199	11,99
-70,5	-	-	-	-	-	7,28	0,99	0,8389	-	-
-73,5	72	8,78	1,19	0,19652	8,02	-	-	-	-0,0803	8,03
-73,5	-	-	-	-	-	10,28	1,40	0,9192	-	-
-76,5	75	11,78	1,60	0,11092	4,53	-	-	-	-0,0457	4,57
-76,5	-	-	-	-	-	13,28	1,81	0,9649	-	-
-79,5	78	14,78	2,01	0,05399	2,20	-	-	-	-0,0215	2,15
-79,5	-	-	-	-	-	16,28	2,21	0,9864	-	-
-82,5	81	17,78	2,42	0,02134	0,87	-	-	-	-0,0092	0,92
-82,5	-	-	-	-	-	19,28	2,62	0,9956	-	-
-85,5	84	20,78	2,83	0,00727	0,30	-	-	-	-0,0032	0,32
-85,5	-	-	-	-	-	22,28	3,03	0,9988	-	-
-88,5	87	23,78	3,24	0,0021	0,09	-	-	-	-	-
-88,5	-	-	-	-	-	25,28	-	-	-	-
	90	26,78	3,64	0,00053	0,02	-	-	-	-	-
					100					

**Таблица В17 – Расчет теоретического распределения обхвата талии девочек старшего школьного возраста (12–15лет),  $M_x=69,81$ см,  $\sigma_x=7,37$  см**

Верхняя граница интервалов, х	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} \cdot 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
	45	-24,81	-3,37	0,00136	0,06	-	-	-	-	-
-46,5	-	-	-	-	-	-23,31	-3,16	0,999	-	-
-49,5	48	-21,81	-2,96	0,00499	0,20	-	-	-	0,0019	0,19
-52,5	-	-	-	-	-	-20,31	-2,76	0,9971	-	-
-55,5	51	-18,81	-2,55	0,01545	0,63	-	-	-	0,0065	0,65
-58,5	-	-	-	-	-	-17,31	-2,35	0,9906	-	-
-61,5	54	-15,81	-2,15	0,03955	1,61	-	-	-	0,0168	1,68
-64,5	-	-	-	-	-	-14,31	-1,94	0,9738	-	-
-67,5	57	-12,81	-1,74	0,0878	3,57	-	-	-	0,0368	3,68
-70,5	-	-	-	-	-	-11,31	-1,53	0,937	-	-
-73,5	60	-9,81	-1,33	0,16474	6,70	-	-	-	0,0662	6,62
-76,5	-	-	-	-	-	-8,31	-1,13	0,8708	-	-
-79,5	63	-6,81	-0,92	0,26129	10,63	-	-	-	0,1066	10,66
-82,5	-	-	-	-	-	-5,31	-0,72	0,7642	-	-
-85,5	66	-3,81	-0,52	0,34849	14,18	-	-	-	0,1425	14,25
-88,5	-	-	-	-	-	-2,31	-0,31	0,6217	-	-
-91,5	69	-0,81	-0,11	0,39654	16,14	-	-	-	0,0858	8,58
	-	-	-	-	-	0,69	0,09	0,5359	-	-
	72	2,19	0,30	0,38139	15,52	-	-	-	-0,1556	15,56
	-	-	-	-	-	3,69	0,50	0,6915	-	-
	75	5,19	0,70	0,31225	12,71	-	-	-	-0,1271	12,71
	-	-	-	-	-	6,69	0,91	0,8186	-	-
	78	8,19	1,11	0,21546	8,77	-	-	-	-0,0863	8,63
	-	-	-	-	-	9,69	1,31	0,9049	-	-
	81	11,19	1,52	0,12566	5,11	-	-	-	-0,0524	5,24
	-	-	-	-	-	12,69	1,72	0,9573	-	-
	84	14,19	1,93	0,06195	2,52	-	-	-	-0,0261	2,61
	-	-	-	-	-	15,69	2,13	0,9834	-	-
	87	17,19	2,33	0,02643	1,08	-	-	-	-0,0111	1,11
	-	-	-	-	-	18,69	2,54	0,9945	-	-
	90	20,19	2,74	0,00935	0,38	-	-	-	-0,0039	0,39
	-	-	-	-	-	21,69	2,94	0,9984	-	-
	93	23,19	3,15	0,00279	0,11					
					100					

**Таблица В18 – Расчет теоретического распределения обхвата бедер девочек подростков (16–18 лет),  $M_x=93,76\text{см}$ ,  $\sigma_x=7,23\text{ см}$** 

Верхняя граница интервалов, $x$	Среднее значение интервалов, $x_1$	Расчет по таблице ординат				Расчет по таблице площадей				
		$x_1 - M_x$	$u = \frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}$	$\phi(u)$	$\phi(u) = \frac{i_x}{\sigma_x} 100\%$	$x - M_x$	$u = \frac{x - M_x}{\sigma_x}$	$\Phi(u)$	Относительная численность в интервале	Численность, %
-76	-	-	-	-	-	-17,76	-2,46	0,9931	-	-
	78	-15,76	-2,18	0,03706	2,05	-	-	-	0,0218	2,18
-80	-	-	-	-	-	-13,76	-1,90	0,9713	-	-
	82	-11,76	-1,63	0,10567	5,85	-	-	-	0,0598	5,98
-84	-	-	-	-	-	-9,76	-1,35	0,9115	-	-
	86	-7,76	-1,07	0,22506	12,45	-	-	-	0,1234	12,34
-88	-	-	-	-	-	-5,76	-0,80	0,7881	-	-
	90	-3,76	-0,52	0,34849	19,28	-	-	-	0,1933	19,33
-92	-	-	-	-	-	-1,76	-0,24	0,5948	-	-
	94	0,24	0,03	0,39876	22,06	-	-	-	-0,0269	2,69
-96	-	-	-	-	-	2,24	0,31	0,6217	-	-
	98	4,24	0,59	0,33521	18,54	-	-	-	-0,1834	18,34
-100	-	-	-	-	-	6,24	0,86	0,8051	-	-
	102	8,24	1,14	0,21831	12,08	-	-	-	-0,1171	11,71
-104	-	-	-	-	-	10,24	1,42	0,9222	-	-
	106	12,24	1,69	0,09566	5,29	-	-	-	-0,0534	5,34
-108	-	-	-	-	-	14,24	1,97	0,9756	-	-
	110	16,24	2,25	0,03174	1,76	-	-	-	-0,0185	1,85
-112	-	-	-	-	-	18,24	2,52	0,9941	-	-
	114	20,24	2,80	0,00792	0,44	-	-	-	-0,0049	0,49
-116	-	-	-	-	-	22,24	3,08	0,999	-	-
					100					

## Приложение Г

Таблицы Г1 – Измерение горизонтальных сечений трехмерной модели манекена, отсканированного сенсором *Kinect*

		Горизонтальные сечения манекена												
градусы		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
уровень сечения														
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
от ш. точки по спин.		6,4		6,3		6,2		6,15		6,1		5,9		5,65
2 точка		6,9	6,9	6,85	7	7	7,1	7,1	7,3	7,35	7,4	7,55	7,4	7,3
3		7,7	7,8	8	8,05	8,3	8,4	8,6	9	9,3	9,6	9,8	10,3	10,65
4		8	8,2	8,2	8,4	8,7	9	9,2	9,5	9,7	9,95	10,4	10,8	11,25
5		8,8	9,05	9,2	9,4	9,8	9,9	10,3	10,55	10,8	10,8	11,7	12,2	12,8
6		9,35	9,3	9,55	9,8	10,1	10,4	10,7	11	11,4	11,7	12	12,4	12,8
7		9,5	9,6	9,8	10,1	10,3	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,25	12,55	13,15
8		9,6	9,9	10,1	10,5	10,8	11	11,3	11,6	11,7	11,8	11,85	11,9	11,9
линия груди 9		9,3	9,25	9,3	9,7	10	10,25	10,6	10,9	11,1	11,15	11,2	10,9	10,8
10		8,6		8,4		8,6		8,9		9,3		9,9		10,3
11		7,7		7,8		8,15		8,4		8,9		9,4		9,6
12		7,4		7,4		7,9		8,1		8,4		8,8		8,9
13		7,2		7,2		7,6		7,9		8,3		8,4		8,7
14		7,3		7,3		7,4		7,7		7,7		8,4		8,65
линия талии 15		7,65		7,6		7,9		8,4		8,7		9,2		9,4
16		8,3		8,5		9		9,5		9,8		9,9		9,85
17		9,2		9,2		9,9		9,7		10,3		10,2		10,1
линия бедер 18		9,4		9,8		9,8		10,5		10,5		10,4		10,1
19		9,6		9,9		9,8		10,8		10,55		10,4		10,1
20		9,6		9,6		10		10,35		10,5		10,3		10,1

## Продолжение таблицы Г1

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
												спереди		
	5,1		4,8		4,3		4,15		3,9		3,6		3,3	
7,2	6,4	6,15	5,8	5,5	5,3	5,05	4,6	4,25	3,9	3,6	3,6	3,3	3,1	2,95
11,25	11,5	11,55	11,4	10,8	9,1	8,1	6,8	6,1	5,3	5,05	4,55	4,2	3,8	3,7
11,7	12,3	12	10,9	9,45	7,6	7	6,1	5,7	4,95	4,6	4,2	4	3,9	3,55
13,4	13,85	13,55	13,15	12,4	10,5	9,2	8,3	7,5	6,85	6,5	6,1	5,5	5,4	4,85
12,5	14,3	14,2	13,9	13,5	12,1	10,3	9,1	8,7	8	7,5	7	6,4	6,2	5,7
14,1	14	13,7	13,1	11,8	10,3	9,3	8,8	8,2	7,7	7,2	6,7	6,3	6	5,7
12	11,8	11,7	11,1	10,6	10,1	9,8	9,1	8,7	8,4	8	7,6	7,3	7	6,7
10,25	10,2	10,15	10	9,6	9,3	9	8,8	8,55	8,2	8,1	7,9	7,7	7,5	7,4
	10,2		9,7		9,3		8,8		8,4		8,2		8	
	9,65		9,35		9,1		8,75		8,6		8,5		8,3	
	8,9		8,7		8,5		8,4		8,4		8,4		8,3	
	8,65		8,8		8,7		8,6		8,6		8,6		8,55	
	8,9		8,9		8,8		8,75		8,7		8,7		8,7	
	9,4		9,3		9,3		9,3		9,4		9,3		9,2	
	9,7		9,6		9,3		9,4		9,5		9,5		9,4	
	9,9		9,8		9,6		9,6		9,5		9,5		9,3	
	9,9		9,8		9,65		9,65		9,55		9,5		9,2	
	9,9		9,8		9,6		9,8		9,5		9,4		9	
	9,8		9,7		9,6		9,4		9,4		9,2		8,8	

## Продолжение таблицы Г1

30	31	32	33	34	35	36	37	38
140	145	150	155	160	165	170	175	180
3,1		3		2,8		2,75		2,65
2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,25	2,1	2,2
3,2	3,1	2,9	2,8	2,6	2,3	2,3	2,3	2,1
3,4	3,2	3,05	3	2,75	2,7	2,65	2,5	2,4
4,5	4,3	4,15	4,1	5,4	3,5	3,5	3,3	3,2
5,4	5,1	4,8	4,7	4,6	4,3	4,3	4,2	4,3
5,3	5,2	5,05	4,9	4,85	4,8	4,8	4,7	4,7
6,5	6,2	6,1	5,9	5,8	5,75	5,7	5,6	5,55
7,1	6,9	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,4	6,35
7,7		7,4		7,2		7		6,9
8,1		7,9		7,7		7,55		7,5
8,25		8,2		8,1		7,9		8
8,5		8,5		8,4		8,4		8,4
8,65		8,6		8,5		8,4		8,4
9,1		8,9		8,7		8,6		8,6
9		8,8		8,5		8,4		8,5
8,9		8,4		8		7,8		7,9
8,7		8,2		7,8		7,6		7,55
8,5		7,9		7,5		7,2		7,2
8,2		7,7		7,3		7		7

**Таблица Г2 – Измерение горизонтальных сечений трехмерной модели манекена, отсканированного системой МГУДТ**

	Горизонтальные сечения манекена												
градусы	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
уровень сечения													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
от ш. точки по спин.	6,65		6,55		6,55		6,4		6,25		6,15		5,9
2 точка	7,15	7,15	7,1	7,25	7,25	7,35	7,35	7,55	7,6	7,65	7,8	7,65	7,55
3	7,95	8,05	8,25	8,3	8,55	8,65	8,85	9,25	9,55	9,85	10,05	10,55	10,9
4	8,25	8,45	8,45	8,65	8,95	9,25	9,45	9,75	9,95	10,2	10,65	11,05	11,45
5	9,05	9,3	9,45	9,65	10,05	10,15	10,55	10,8	11,05	11,05	11,95	12,45	13,05
6	9,6	9,55	9,8	10,05	10,35	10,65	10,95	11,25	11,65	11,95	12,25	12,65	13,05
7	9,75	9,85	10,05	10,35	10,55	11,05	11,35	11,65	11,85	12,15	12,5	12,8	13,4
8	9,85	10,15	10,35	10,75	11,05	11,25	11,55	11,85	11,95	12,05	12,1	12,15	12,4
линия груди													
9	9,55	9,55	9,55	9,95	10,25	10,5	10,85	11,15	11,35	11,4	11,45	11,15	11,15
10	8,85		8,65		8,85		9,15		9,55		10,15		10,55
11	7,95		8,05		8,4		8,65		9,15		9,65		9,85
12	7,65		7,65		8,15		8,35		8,65		9,05		9,15
13	7,45		7,45		7,85		8,15		8,55		8,65		8,95
14	7,55		7,55		7,65		7,95		7,95		8,65		8,9
линия талии													
15	7,9		7,85		8,15		8,65		8,95		9,45		9,65
16	8,55		8,75		9,25		9,75		10,05		10,15		10,1
17	9,45		9,45		10,15		9,95		10,55		10,45		10,35
линия бедер													
18	9,65		10,05		10,05		10,75		10,75		10,65		10,35
19	9,85		10,15		10,05		11,05		10,8		10,65		10,35
20	9,85		9,85		10,25		10,6		10,75		10,55		10,35

## Продолжение таблицы Г2

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
												спереди		
	5,35		5,05		4,55		4,4		4,15		3,85		3,55	
7,45	6,65	6,4	6,05	5,75	5,55	5,3	4,85	4,5	4,15	3,85	3,85	3,55	3,35	3,2
11,5	11,75	11,8	11,65	11,05	9,35	8,35	7,05	6,35	5,55	5,3	4,8	4,55	4,05	3,95
11,95	12,55	12,25	11,15	9,7	7,85	7,25	6,35	5,95	5,2	4,85	4,45	4,25	4,15	3,8
13,65	14,05	13,8	13,4	12,65	10,75	9,45	8,55	7,75	7,1	6,75	6,35	5,75	5,65	5,1
12,75	14,55	14,45	14,15	13,75	12,35	10,55	9,35	8,95	8,25	7,75	7,25	6,65	6,45	5,95
14,35	14,25	13,95	13,3	12,05	10,55	9,55	9,05	8,45	7,95	7,45	6,95	6,55	6,25	5,95
12,25	12,05	11,95	11,35	10,85	10,35	10,5	9,35	8,95	8,65	8,25	7,85	7,55	7,25	6,95
10,5	10,45	10,4	10,25	9,85	9,55	9,25	9,05	8,8	8,45	8,35	8,15	7,95	7,75	7,65
	10,45		9,95		9,55		9,05		8,65		8,45		8,25	
	9,9		9,6		9,35		9,0		8,85		8,75		8,55	
	9,15		8,95		8,75		8,65		8,65		8,65		8,55	
	8,9		9,05		8,95		8,85		8,85		8,85		8,8	
	9,15		9,15		9,05		9,0		8,95		8,95		8,95	
	9,65		9,55		9,55		9,55		9,65		9,55		9,45	
	10,2		10,15		9,8		9,9		10,0		10,0		9,9	
	10,4		10,3		10,05		10,05		10,0		10,0		9,8	
	10,15		10,05		9,9		9,9		9,8		9,75		9,45	
	10,15		10,05		9,85		10,05		9,75		9,65		9,25	
	10,05		9,95		9,85		9,65		9,65		9,45		9,05	

## Продолжение таблицы Г2

30	31	32	33	34	35	36	37	38
140	145	150	155	160	165	170	175	180
3,35		3,25		3,05		3,0		2,9
3,05	2,85	2,75	2,65	2,55	2,45	2,5	2,45	2,45
3,45	3,35	3,05	3,05	2,85	2,55	2,55	2,55	2,35
3,65	3,45	3,30	3,25	3,0	2,95	2,9	2,75	2,65
4,75	4,55	4,4	4,35	5,65	3,75	3,75	3,55	3,45
5,65	5,35	5,05	4,95	4,85	4,55	4,55	4,45	4,55
5,55	5,45	5,3	5,15	5,05	5,05	5,05	4,95	4,95
6,75	6,45	6,35	6,15	6,05	6,0	5,95	5,85	5,8
7,35	7,1	6,95	6,85	6,75	6,7	6,65	6,65	6,6
7,95		7,65		7,45		7,25		7,1
8,35		8,1		7,95		7,8		7,75
8,5		8,45		8,35		8,15		8,25
8,75		8,75		8,65		8,65		8,65
8,9		8,85		8,75		8,65		8,65
9,35		9,15		8,95		8,85		8,85
9,25		9,05		8,75		8,65		8,75
9,15		8,65		8,25		8,05		8,15
8,95		8,45		8,05		7,85		7,8
8,75		8,15		7,75		7,45		7,45
8,45		7,95		7,55		7,25		7,25

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

**Выявление частоты встречаемости динамических поз при выполнении  
учебной и внеучебной деятельности**

Анкета

Уважаемый эксперт! Перед вами в таблице 1 представлен перечень динамических поз. Выполните подсчёт частоты встречаемости позы – путем проставления знака плюс в соответствующей строке, каждый раз, как в процессе просмотра ролика Вам встретится эта поза.

**Таблица Д1–Частота встречаемости динамической позы**

№ Позы	Условное название позы	Частота встречаемости в учебной деятельности	Частота встречаемости во внеучебной деятельности	Всего
1	Ходьба, в том числе <b>исходное статичное положение стоя</b>			
2	Бег			
3	Ученик, в том числе <b>положение, сидя руки, находятся на плоскости стола</b>			
4	Готов ответить, в том числе <b>положение, сидя с поднятой рукой</b>			
5	Ответ у доски, в том числе <b>положение, стоя с поднятыми руками</b>			
6	Письмо за партой			
7	Внимание, сидя, в том числе <b>положение, сидя рука согнута в локтевом суставе под острым углом</b>			
8	Поворот туловища			
9	Сидя на корточках			
10	Другое			

**Таблица Д2 – Коэффициенты конкордации и критерий Пирсона для частоты встречаемости динамической позы**

№ позы	Коэффициент конкордации W, %	Критерий Пирсона $\chi^2$	Значимость коэффициента корреляции, %	Согласованность мнений экспертов
1	236,471	19863,59	$\geq 95$	высокая
2	245,739	20642,07		высокая
3	262,92	22085,29		высокая
4	330,454	27758,11		высокая
5	333,970	28053,51		высокая
6	297,373	24979,37		высокая
7	272,484	22888,66		высокая
8	287,545	24153,81		высокая
9	318,780	26777,59		высокая

Таблица ДЗ – Частота встречаемости динамических поз

Эксперт	Позы, встречаемость									
1	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
2	1	9	7	4	6	2	3	8	5	10
3	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
4	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
5	2	7	9	3	6	1	4	8	5	10
6	2	8	10	3	7	1	5	6	4	9
7	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
8	1	7	9	4	6	2	3	8	5	10
9	1	7	9	4	5	2	3	8	6	11
10	1	8	9	3	6	2	4	7	5	9
11	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
12	1	9	8	3	5	2	4	7	6	10
13	1	9	8	3	6	2	4	7	5	10
14	2	8	9	3	6	1	5	7	4	10
15	2	8	10	3	7	1	4	6	5	9
16	2	8	9	3	7	1	4	6	5	10
17	1	8	9	4	6	2	3	7	5	10
18	1	8	9	3	5	2	4	7	6	11
19	1	8	10	3	6	2	4	7	5	9
20	2	8	9	3	7	1	4	6	5	10
21	1	9	8	3	7	2	5	6	4	10
22	1	7	9	3	6	2	4	8	5	10
23	1	8	9	3	6	2	5	7	4	10
24	2	8	9	3	6	1	4	7	5	10
25	1	8	10	3	7	2	4	6	5	9
26	1	8	9	4	7	2	3	6	5	11
27	1	7	9	3	5	2	4	8	6	10
28	1	8	9	4	6	2	3	7	5	10
29	1	8	9	4	5	2	3	7	6	10
30	1	9	8	4	5	2	3	7	6	11
31	3	8	9	1	7	2	4	6	5	10
32	1	8	10	3	6	2	4	7	5	9
33	1	7	9	3	6	2	4	8	5	10
34	1	7	10	3	6	2	5	8	4	9
35	1	8	9	3	7	2	4	6	5	10
36	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
37	1	8	7	3	6	2	4	9	5	11
38	2	8	9	3	6	1	5	7	4	10
39	1	8	9	3	5	2	4	7	6	9
40	1	8	10	4	6	2	3	7	5	9
41	1	9	8	4	6	2	3	7	5	10
42	2	7	9	4	5	1	3	8	6	10
43	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
44	1	8	10	3	7	2	4	6	5	9
45	2	8	9	3	6	1	5	7	4	10
46	1	7	9	3	6	2	5	8	4	11
47	1	8	9	4	6	2	3	7	5	10
48	2	8	9	3	7	1	4	6	5	10
49	1	8	9	3	6	2	4	7	5	10
50	1	8	10	3	6	2	4	7	5	9

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е1 – Анализ встречаемости размерных признаков в разных методиках конструирования

№	Наименование размерных признаков	№ РП	ЦНИИШП	ЦОТШЛ	ЕМКО СЭВ	РосЗИТЛП	«Мюллер и сын»	Английская методика
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Плечевая одежда</b>								
1.	Рост	1						Р
2.	Высота точки основания шеи	4	В <sub>т.о.ш</sub>					
3.	Высота плечевой точки	5	В <sub>п.т</sub>					
4.	Высота сосковой точки	6	В <sub>с.т</sub>					
5.	Высота линии талии	7	В <sub>л.т</sub>		Т <sub>7</sub>			
6.	Высота коленной точки	9			Т <sub>9</sub>			
7.	Высота подъягодичной складки	12			Т <sub>12</sub>			
8.	Обхват (полуобхват) шеи	13	С <sub>ш</sub>	С <sub>ш</sub>	Т <sub>13</sub>			О <sub>ш</sub>
9.	Обхват (полуобхват) груди первый	14	С <sub>гI</sub>	С <sub>гI</sub>	Т <sub>14</sub>			
10.	Обхват (полуобхват) груди второй	15	С <sub>гII</sub>	С <sub>гII</sub>	Т <sub>15</sub>		О <sub>г</sub>	
11.	Обхват (полуобхват) груди третий	16	С <sub>гIII</sub>	С <sub>гIII</sub>		О <sub>гIII</sub>		О <sub>г3</sub>
12.	Обхват (полуобхват) талии	18	С <sub>т</sub>	С <sub>т</sub>	Т <sub>18</sub>	О <sub>т</sub>	О <sub>т</sub>	
13.	Обхват (полуобхват) бедер с учетом выступания живота	19	С <sub>б</sub>	С <sub>б</sub>	Т <sub>19</sub>	О <sub>б</sub>	О <sub>б</sub>	
14.	Обхват плеча	28	О <sub>п</sub>	О <sub>п</sub>		О <sub>п</sub>		
15.	Обхват запястья	29	О <sub>зап</sub>		Т <sub>29</sub>			
16.	Длина плечевого ската	31	Ш <sub>п</sub>	Ш <sub>п</sub>	Т <sub>31</sub>	Ш <sub>п</sub>	Ш <sub>п</sub>	Ш <sub>п</sub>
17.	Расстояние от точки основания шеи сбоку до лучевой точки	32			Т <sub>32</sub>			
18.	Расстояние от точки основания шеи сбоку до линии обхвата запястья	33			Т <sub>33</sub>			
19.	Длина руки до запястья	68	Д <sub>р</sub>	Д <sub>р</sub>		Д <sub>р.зап</sub>	Д <sub>р</sub>	
20.	Длина руки до локтя	62	Д <sub>р.лок</sub>			Д <sub>р.лок</sub>		
21.	Высота груди	35	В <sub>г</sub>	В <sub>гII</sub>	Т <sub>35</sub>			
22.	Длина талии спереди	36	Д <sub>т.п</sub>					
23.	Расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии (длина талии спереди)	36а (61)	Д <sub>т.пI</sub>	Д <sub>т.пII</sub>	Т <sub>36а</sub>		Д <sub>тп2</sub>	
24.	Дуга через высшую точку плечевого сустава	38			Т <sub>38</sub>	Д <sub>п.с</sub>		
25.	Расстояние от точки основания шеи сзади до уровня заднего угла подмышечной впадины	39			Т <sub>39</sub>	Д <sub>з.у.</sub>	Г <sub>пр</sub>	
26.	Длина спины до талии с учетом выступа лопаток	40	Д <sub>т.с</sub>		Т <sub>40</sub>	Д <sub>т.с</sub>	Д <sub>сп</sub>	Д <sub>т.с</sub>
27.	Высота плеча косая	41		В <sub>пкII</sub>				
28.	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку	43	Д <sub>т.сI</sub>	Д <sub>т.сII</sub>				
29.	Длина дуги верхней части туловища через точку основания шеи сбоку	44			Т <sub>44</sub>			

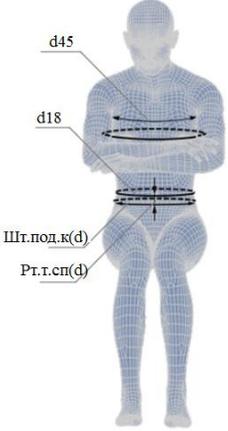
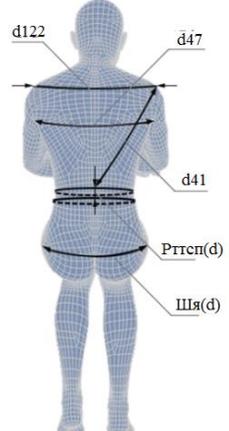
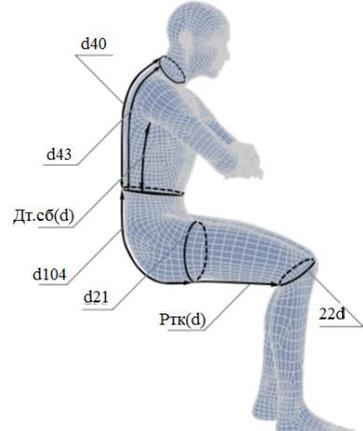
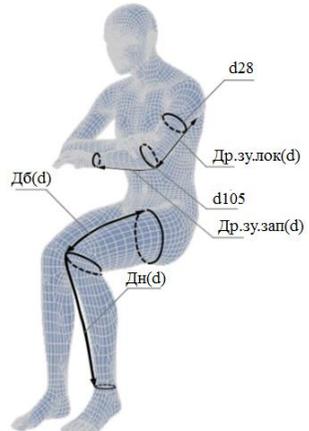
## Продолжение табл. Е1

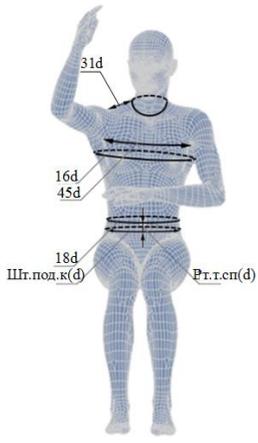
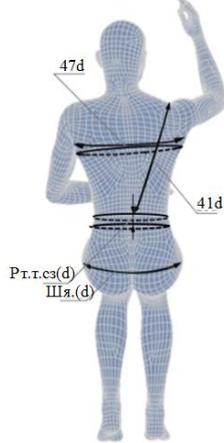
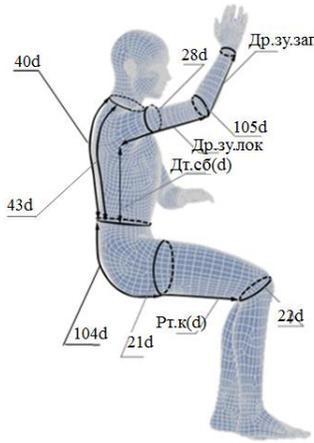
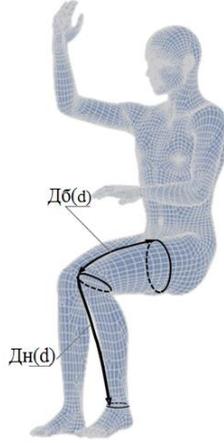
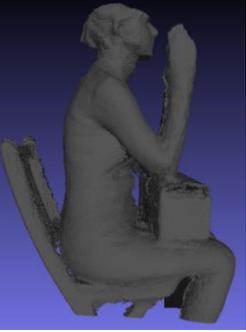
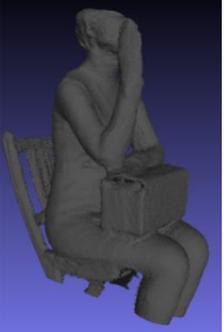
1	2	3	4	5	6	7	8	9
30.	Ширина груди	45	Ш <sub>г</sub>	Ш <sub>г</sub>	T <sub>45</sub>			
31.	Ширина груди большая	45'				Ш <sub>гII</sub>	Ш <sub>г</sub>	
32.	Расстояние между сосковыми точками	46	Ц <sub>г</sub>		T <sub>46</sub>	Ц <sub>г</sub>		
33.	Ширина спины	47	Ш <sub>с</sub>	Ш <sub>с</sub>	T <sub>47</sub>	Ш <sub>с</sub>	Ш <sub>с</sub>	Ш <sub>с</sub>
34.	Поперечный диаметр шеи	54				d <sub>п.ш</sub>		
35.	Передне-задний диаметр шеи	110				d <sub>пз.ш</sub>		
36.	Диаметр основания руки	57			T <sub>57</sub>	d <sub>пз.р</sub>	Ш <sub>пр</sub>	
37.	Высота бедер						В <sub>б</sub>	
38.	Расстояние от точки основания шеи сзади до точки основания шеи сбоку	76					Д <sub>гс</sub>	
39.	Длина от линии талии до бедер	-				Д <sub>т.я</sub>		Д <sub>гб</sub>
40.	Расстояние от высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи до уровня задних углов подмышечных впадин	-		В <sub>пр.зII</sub>				
41.	Вертикальный диаметр руки	69	d <sub>в.р</sub>			d <sub>р.в</sub>		
42.	Передне-задний диаметр обхвата груди второго	58	d <sub>п.з.г</sub>					
43.	Передне-задний диаметр талии	95	d <sub>п.з.т</sub>					
44.	Глубина талии первая (от лопаток)	78	Г <sub>тI</sub>			Г <sub>тI</sub>		
45.	Глубина талии вторая (от ягодиц)	79	Г <sub>тII</sub>					
46.	Длина спины до уровня выступающих точек лопаток	-				Д <sub>л</sub>		
47.	Длина спины до уровня обхвата O <sub>гIII</sub>	-				Д <sub>гIII.с</sub>		В <sub>пр.з</sub>
48.	Расстояние между выступающей точкой лопаток и 7-м шейным позвонком (проекционное)	-				В <sub>л</sub>		
49.	Расстояние между центрами лопаток	-				Ц <sub>л</sub>		
50.	Расстояние от точки основания шеи сбоку до сосковой точки (высота груди)	35a				Д <sub>шгIII</sub>		
51.	Длина талии спереди от грудной железы	-				Д <sub>гIII т</sub>		
52.	Высота груди (проекционная)	-				В <sub>шгIII</sub>		
<b>Поясная одежда</b>								
53.	Рост	1			T <sub>1</sub>			Р
54.	Высота сосковой точки	6	В <sub>с.т</sub>					
55.	Высота линии талии	7	В <sub>л.т</sub>		T <sub>7</sub>	В <sub>лт</sub>		
56.	Высота остисто-подвздошной передней точки	8			T <sub>8</sub>			
57.	Высота коленной точки	9	В <sub>к</sub>		T <sub>9</sub>	В <sub>к</sub>	В <sub>к</sub>	
58.	Высота подъягодичной складки	12			T <sub>12</sub>	В <sub>п.ск</sub>		
59.	Обхват (полуобхват) груди третий	16	С <sub>гIII</sub>					
60.	Обхват (полуобхват) талии	18	С <sub>т</sub>	С <sub>т</sub>	T <sub>18</sub>	O <sub>т</sub>	O <sub>т</sub>	O <sub>т</sub>

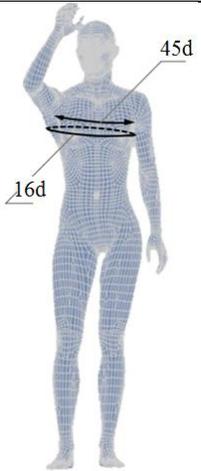
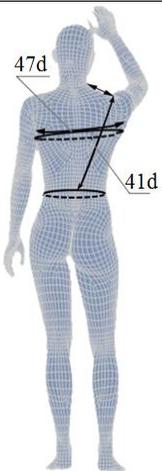
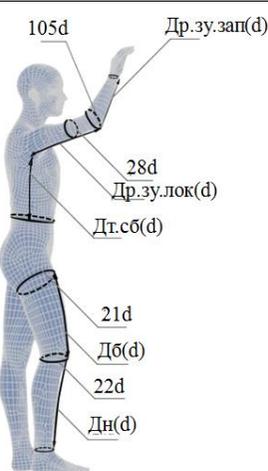
## Продолжение табл. Е1

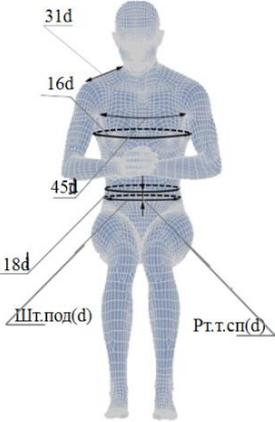
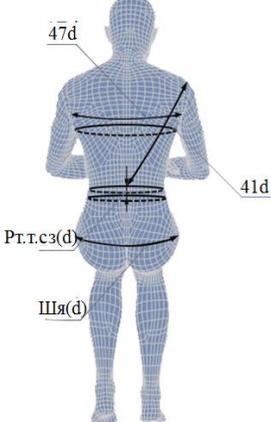
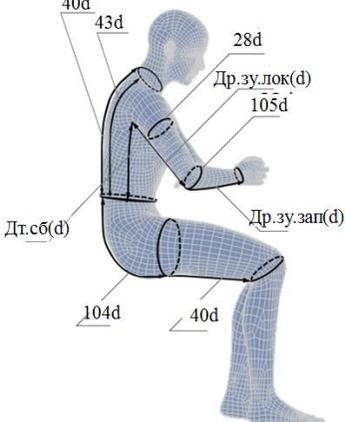
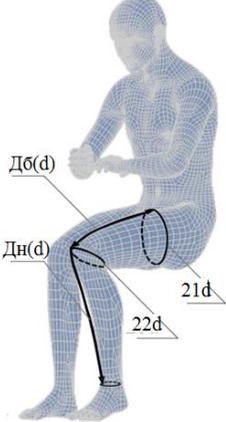
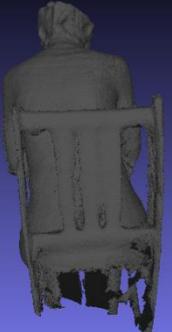
1	2	3	4	5	6	7	8	9
61.	Обхват (полуобхват) бедер с учетом выступающего живота	19	$C_6$	$C_6$	$T_{19}$	$O_6$	$O_6$	$O_6$
62.	Обхват бедра	21				$O_{бед}$		
63.	Обхват колена	22			$T_{22}$			
64.	Расстояние от линии талии до пола сбоку	25	$D_{сб}$		$T_{25}$		$D_{сб}$	
65.	Расстояние от линии талии до пола спереди	26			$T_{26}$			
66.	Длина ноги по внутренней поверхности	27	$D_{н}$		$T_{27}$		$D_{ш}$	$D_{н}$
67.	Длина спины до талии с учетом выступающего лопаток	40	$D_{т.с}$					
68.	Расстояние от линии талии сзади до высшей точки проектируемого плечевого шва у основания шеи	43		$D_{тцп}$				
69.	Глубина талии первая (от лопаток)	78	$\Gamma_{т1}$					
70.	Глубина талии вторая (от ягодиц)	79	$\Gamma_{тп}$			$\Gamma_{я}$		
71.	Передне-задний диаметр талии	95	$d_{п.з.т}$					
72.	Передне-задний диаметр обхвата груди второго	58	$d_{п.з.г}$					
73.	Расстояние между сосковыми точками	46	$\Gamma_{г}$		$T_{46}$			
74.	Расстояние от линии талии до плоскости сидения	49				$D_c$	$B_c$	$D_c$
75.	Обхват подъема стопы	51			$T_{51}$			
76.	Длина от линии талии до колена	71		$D_{т.к}$		$D_{тк}$		
77.	Длина от линии талии до бедер сзади	103				$D_{т.б.с}$		$D_{тб}$
78.	Длина от линии талии до бедер сбоку	-				$D_{т.б.б}$		
79.	Длина от линии талии до бедер спереди	-				$D_{т.б.п}$		
80.	Высота выступающей точки ягодиц	86				$B_{я.т}$		
81.	Расстояние от талии до подъягодичной складки	104				$D_{т.п.ск}$		
82.	Глубина прогиба талии по боку	-				$\Gamma_б$		
83.	Выступ живота	-				$\Gamma_ж$		
	<b>ИТОГО</b>		<b>33</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>12</b>

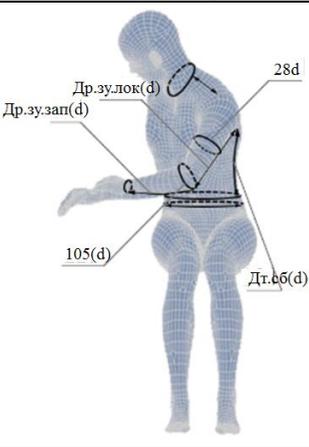
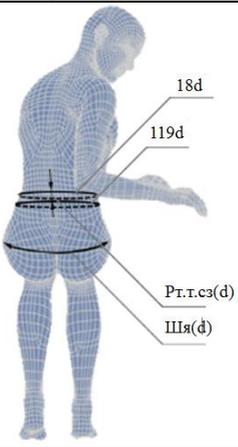
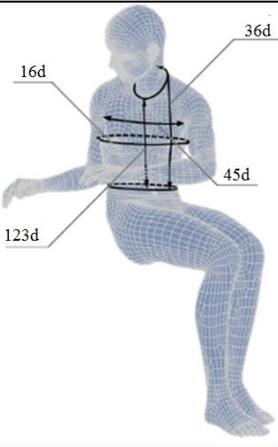
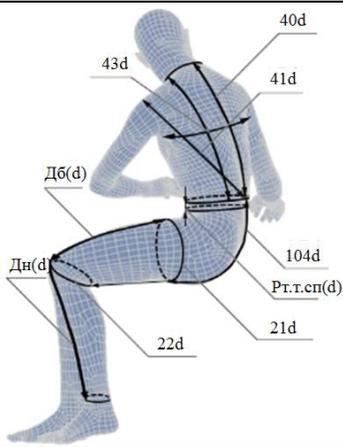
Таблица Ж1–Обоснование способа проведения измерений РП в динамике

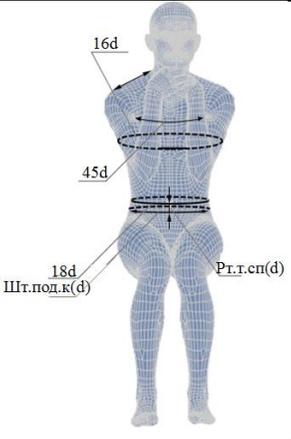
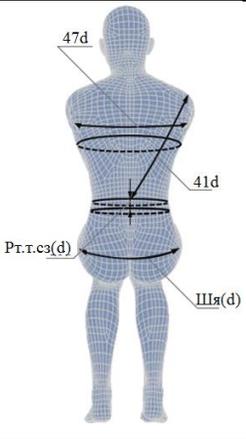
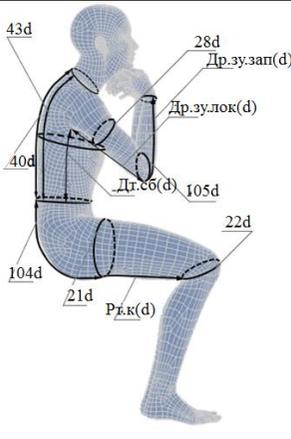
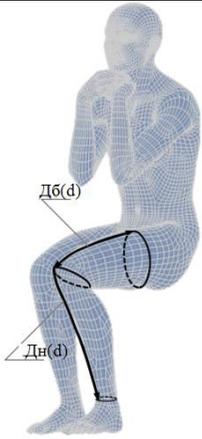
1.	Поза «Ученик»			
				
				
				

2.	Поза «Готов ответить»			
				
 <p>31d 16d 45d 18d Шр.гол.к(d) Пр.г.чн(d)</p>	 <p>47d 41d Пр.г.чс(d) Шр.г.ч(d)</p>	 <p>40d 28d Др.зу.зап 105d Др.зу.лок Дт.сб(d) 43d 104d 21d Пр.к(d) 22d</p>	 <p>Дб(d) Дн(d)</p>	
				

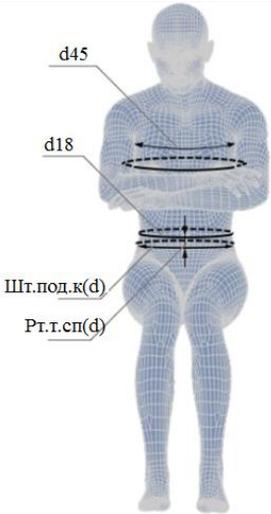
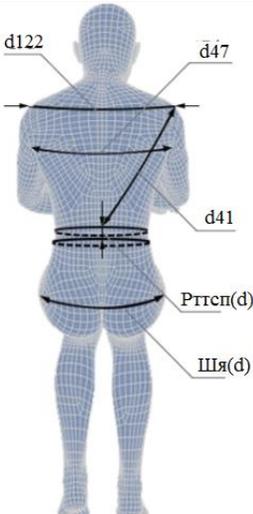
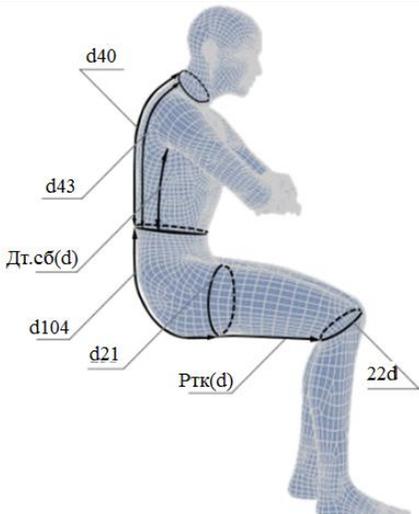
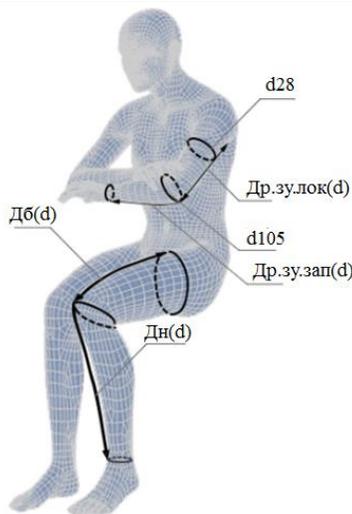
3.	Поза «Ответ у доски»			
				
				
				

4.	Поза «Письмо за партой»			
				
				
				

5.	Поза «Поворот туловища»			
				
				
				

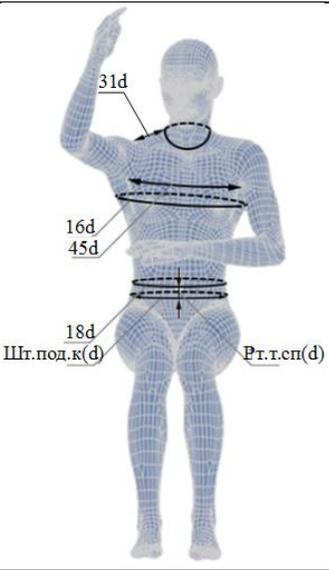
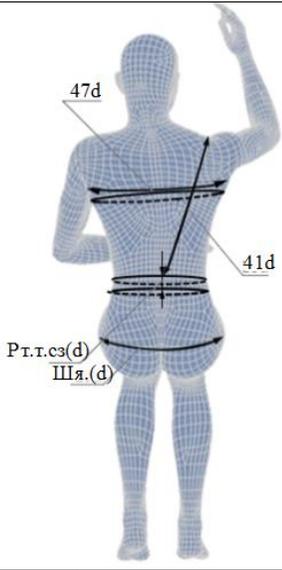
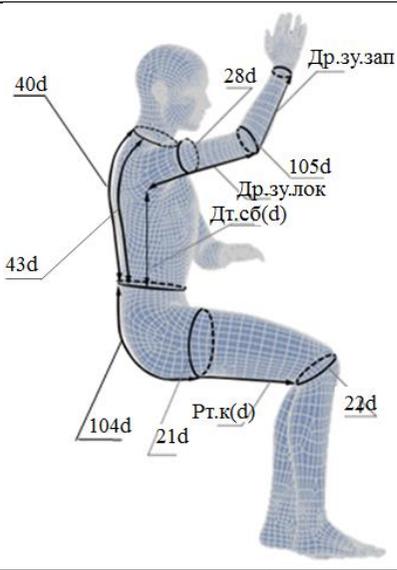
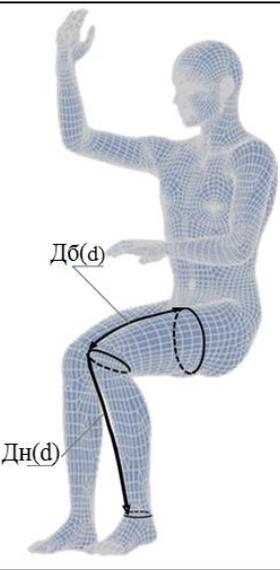
6.	Поза «Внимание сидя»			
				
				
				

**Таблица Ж2 – Эргономический анализ изменений РП фигур детей школьного возраста во время учебной и внеучебной деятельности**

№1.	Поза «Ученик»			
				
Характерные движения и позы	Условное обозначение РП	Увеличивающиеся РП	Условное обозначение РП	Уменьшающиеся РП
<p><b>Поза № 1 – «Ученик»</b> Ученик сидит на стуле прямо, голеностопный, коленный, тазобедренный суставы при сидении образуют прямой угол, предплечья лежат на поверхности стола, образуя в локтевом суставе прямой угол, плечи находятся на одном уровне.</p>	Td16	Обхват груди		
	Td18	Обхват талии		
	Td119	Обхват туловища в области гребней подвздошных костей		
	Шт.под.к(d)	Дуговое расстояние между точками гребня подвздошных костей		
	Td19	Обхват бедер		
	Td122	Расстояние между плечевыми точками	Td31	Ширина плеча
	Td47	Ширина спины	Td45	Ширина груди
	Td40	Длина спины до талии	Td36	Длина талии спереди
Td43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку	Дтсб(d)	Длина туловища сбоку	
Td41	Высота плеча косая			

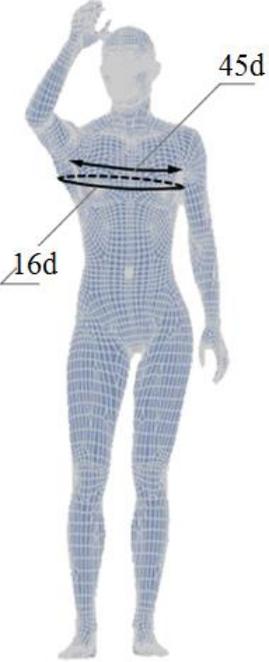
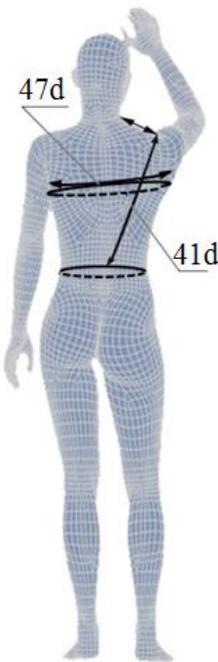
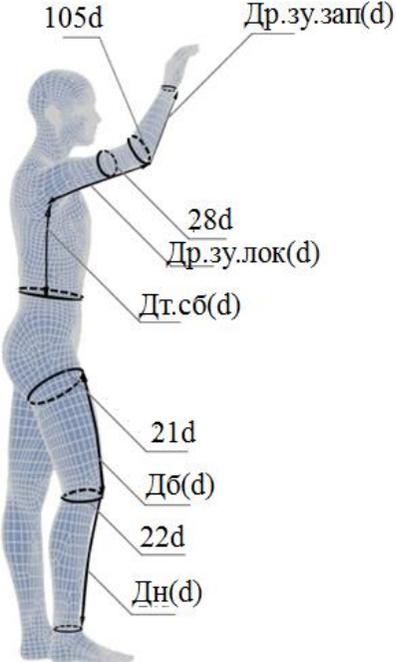
## Продолжение табл. Ж2

	Ртсз	Длина от линии талии сзади до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей	Рт.т.сп	Длина от линии талии спереди до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей
	Td28	Обхват плеча		
	Td105	Обхват локтя		
	Др.зу.лок(d)	Длина руки от заднего угла до локтевой точки		
	Др.зу.зап(d)	Длина руки от заднего угла до запястья		
	Шя(d)	Задняя поперечная дуга ягодичной области		
	Td21	Обхват бедра		
	Td22	Обхват колена		
	Дб(d)	Длина бедра		
	Дн(d)	Длина ноги по передней поверхности до лодыжки		
	Td104	Дуговое расстояние от линии талии до подъягодичной складки.		
	Рт.к(d)	Расстояние от линии обхват талии до центра коленной чашечки		

2.	Поза «Готов ответить»			
				
Характерные движения и позы	Условное обозначение	Увеличивающиеся РП	Условное обозначение	Уменьшающиеся РП
<p><b>Поза № 2</b> – «Готов ответить» Ученик сидит на стуле, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом (<math>100^{\circ}</math>-<math>110^{\circ}</math>), с поднятой одной (чаще правой) рукой вперед выше уровня плеч образуя в локтевом суставе прямой угол. Другое предплечье при этом, образуя также в локтевом суставе прямой угол, свободно лежит на парте. Голова, туловище, плечи расположены параллельно краю парты.</p>	Td16	Обхват груди		
	Td18	Обхват талии		
	Td119	Обхват туловища в области гребней подвздошных костей		
	Шт.под.к(d)	Дуговое расстояние между точками гребня подвздошных костей		
	Td19	Обхват бедер		
	Дпр.сп(d)	Длина проймы спереди		
	Td108	Длина проймы сзади		
	Td122	Расстояние между плечевыми точками	Td31	Ширина плеча
	Td47	Ширина спины	Td45	Ширина груди
	Td41	Длина спины до талии	Td36	Длина талии спереди
Td43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку			

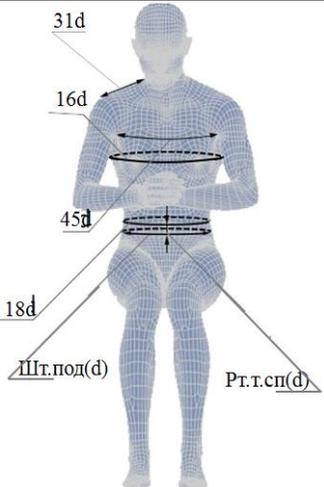
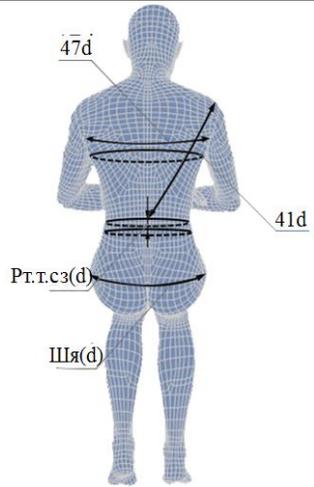
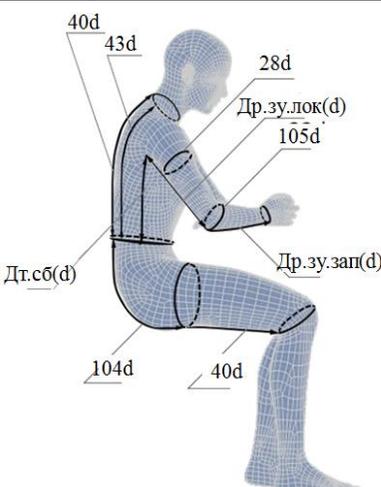
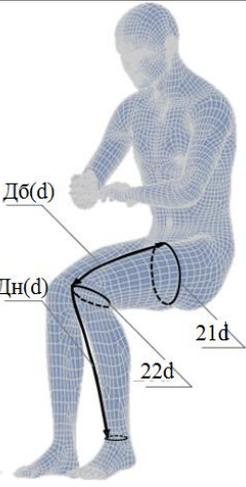
## Продолжение табл. Ж2

	Td41	Высота плеча косая		
	Дтсб(d)	Длина туловища сбоку		
	Рттсз(d)	Длина от линии талии сзади до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей	Рттсп(d)	Длина от линии талии спереди до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей
	Td28	Обхват плеча		
	Td105	Обхват локтя		
	Др.зу.лок(d)	Длина руки от заднего угла до локтевой точки		
	Др.зу.зап(d)	Длина руки от заднего угла до запястья		
	Шя(d)	Задняя поперечная дуга ягодичной области		
	Td21	Обхват бедра		
	Td22	Обхват колена		
	Дб(d)	Длина бедра		
	Дн(d)	Длина ноги по передней поверхности до лодыжки		
	Td104	Дуговое расстояние от линии талии до подъягодичной складки.		
	Ртк(d)	Расстояние от линии обхват талии до центра коленной чашечки		

3.	Поза «Ответ у доски»			
				
Характерные движения и позы	Условное обозначение	Увеличивающиеся РП	Условное обозначение	Уменьшающиеся РП
<b>Поза № 3</b> – «Ответ у доски». Ученик стоит прямо, ноги вместе, вес тела перенесен на одну ногу или распределен равномерно на обе конечности, с поднятой одной (чаще правой) рукой вперед выше уровня плеч, образуя в локтевом суставе тупой угол (130 <sup>0</sup> -140 <sup>0</sup> ).	Td16	Обхват груди		
	Td122	Расстояние между плечевыми точками	Td31	Ширина плеча
	Td47	Ширина спины	Td45	Ширина груди
	Дпрсп(d)	Длина проймы спереди		
	Td108	Длина проймы сзади		
	Td41	Высота плеча косая		
	Дтсб(d)	(Расстояние от линии талии до заднего угла подмышечной впадины) Длина талии сбоку		
	Td36	Длина талии спереди		
Td28	Обхват плеча			

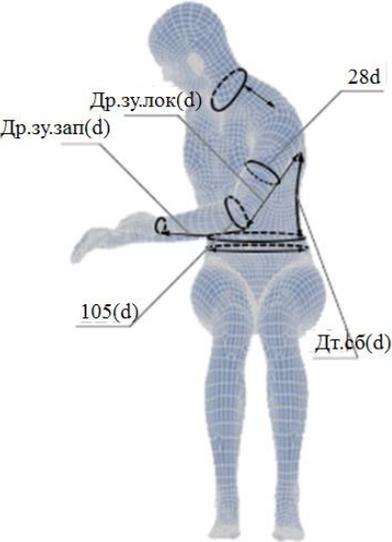
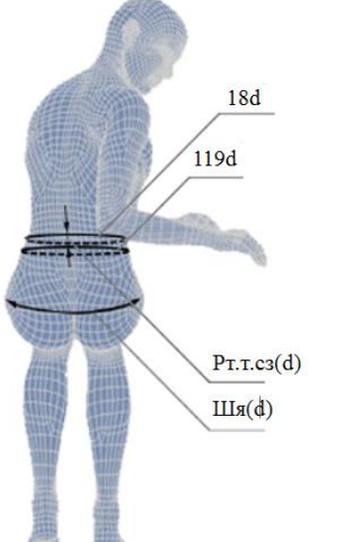
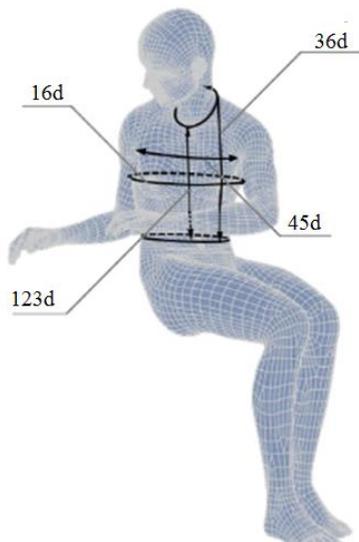
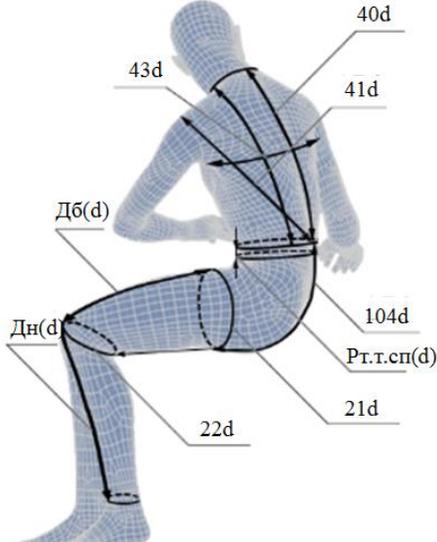
## Продолжение табл. Ж2

	Td105	Обхват локтя		
	Дрзулок(d)	Длина руки от заднего угла до локтевой точки		
	Дрзузап(d)	Длина руки от заднего угла до запястья		
	Td21	Обхват бедра		
	Td22	Обхват колена		
	Дб(d)	Длина бедра		
	Дн(d)	Длина ноги по передней поверхности до лодыжки		
	Td104	Дуговое расстояние от линии талии до подъягодичной складки.		
	Ртк(d)	Расстояние от линии обхват талии до центра коленной чашечки		

4.	Поза «Письмо за партой»			
				
Характерные движения и позы	Условное обозначение	Увеличивающиеся РП	Условное обозначение	Уменьшающиеся РП
<p><b>Поза № 4</b> –«Письмо за партой» динамическая поза при выполнении письменных работ. Ученик сидит на стуле прямо, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом (<math>100^{\circ}</math>-<math>110^{\circ}</math>), руки согнуты в локтях, предплечья лежат на плоскости парты симметрично, плечи на одном уровне, голова чуть наклонена вперед.</p>	Td16	Обхват груди		
	Td18	Обхват талии		
	Td119	Обхват туловища в области гребней подвздошных костей		
	Td19	Обхват бедер		
	Шт под к(d)	Дуговое расстояние между точками гребня подвздошных костей		
	Td122	Расстояние между плечевыми точками	Td31	Ширина плеча
	Td47	Ширина спины	Td45	Ширина груди
	Td40	Длина спины до талии	Td36	Длина талии спереди
	Td43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку	Д тсб(d)	Длина туловища сбоку
	Td41	Высота плеча косая		
Рттсз(d)	Длина от линии талии сзади до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей	Рт.т.сп(d)	Длина от линии талии спереди до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей	
Td28	Обхват плеча			

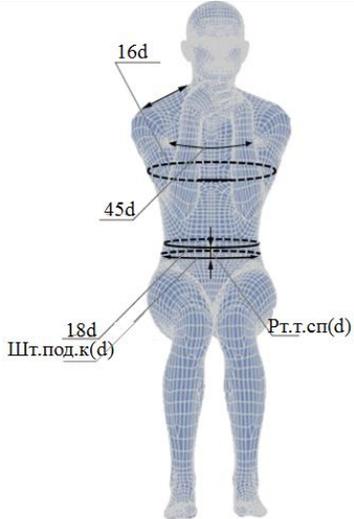
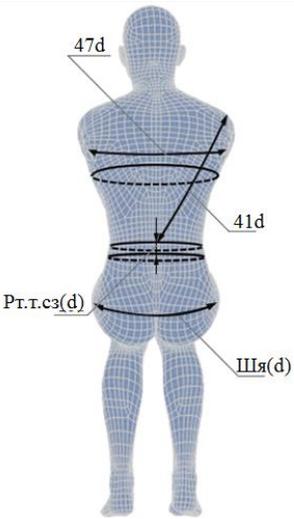
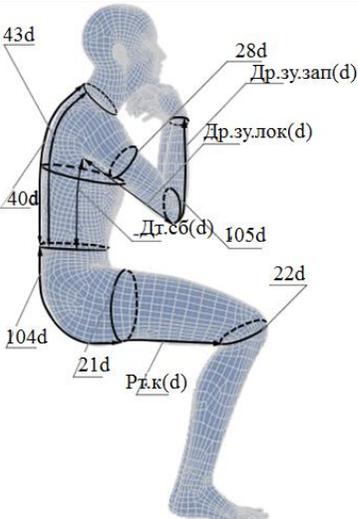
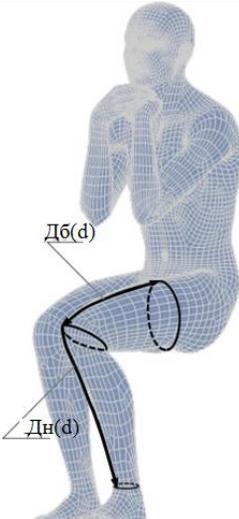
## Продолжение табл. Ж2

	Td105	Обхват локтя		
	Др.зу.лок(d)	Длина руки от заднего угла до локтевой точки		
	Др.зу.зап(d)	Длина руки от заднего угла до запястья		
	Шя(d)	Задняя поперечная дуга ягодичной области		
	Td21	Обхват бедра		
	Td22	Обхват колена		
	Дб(d)	Длина бедра		
	Дн(d)	Длина ноги по передней поверхности до лодыжки		
	Td104	Дуговое расстояние от линии талии до подъягодичной складки.		
	Ртк(d)	Дуговое расстояние от линии обхват талии до центра коленной чашечки		

5.	Поза «Поворот туловища»				
					
Характерные движения и позы	Условное обозначение	Увеличивающиеся РП		Условное обозначение	Уменьшающиеся РП
<p><b>Поза № 5</b> – «Поворот туловища». Ученик сидит на стуле, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом (<math>100^{\circ}</math>-<math>110^{\circ}</math>), и поворачивает туловище направо или налево. Предплечья лежат на плоскости стола несимметрично, голова наклонена назад.</p>	Td13	Обхват шеи			
	Td16	Обхват груди			
	Td18	Обхват талии			
	Td119	Обхват туловища в области гребней подвздошных костей			
	Td19	Обхват бедер			
	Шт под к(d)	Дуговое расстояние между точками гребня подвздошных костей			
	Td122	Расстояние между плечевыми точками	Td3	Ширина плеча	
	Td47	Ширина спины			
	Td40	Длина спины до талии	Td36	Длина талии спереди	
Td43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку				
Td41	Высота плеча косая				

## Продолжение табл. Ж2

	Ртгсз(d)	Длина от линии талии сзади до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей	Рт.т.сп(d)	Длина от линии талии спереди до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей
	Td28	Обхват плеча		
	Td105	Обхват локтя		
	Др.зу.лок(d)	Длина руки от заднего угла до локтевой точки		
	Др.зу.зап(d)	Длина руки от заднего угла до запястья		
	Шя(d)	Задняя поперечная дуга ягодичной области		
	Td21	Обхват бедра		
	Td22	Обхват колена		
	Дб(d)	Длина бедра		
	Дн(d)	Длина ноги по передней поверхности до лодыжки		
	Td104	Дуговое расстояние от линии талии до подъягодичной складки.		
	Ртк(d)	Расстояние от линии обхвата талии до центра коленной чашечки		

6.	Поза «Внимание сидя»				
					
Характерные движения и позы	Условное обозначение	Увеличивающиеся РП		Условное обозначение	Уменьшающиеся РП
<p><b>Поза № 6</b> –«Внимание сидя». Ученик сидит на стуле прямо, согнув ноги в коленном суставе под прямым или несколько большим углом (<math>100^{\circ}</math>-<math>110^{\circ}</math>), поставив локти на парту и упираясь подбородком в сжатые кулаки.</p>	Td16	Обхват груди			
	Td18	Обхват талии			
	Td119	Обхват туловища в области гребней подвздошных костей			
	Шт под к(d)	Дуговое расстояние между точками гребня подвздошных костей			
	Td19	Обхват бедер			
	Td122	Расстояние между плечевыми точками	Td31	Ширина плеча	
	Td47	Ширина спины	Td45	Ширина груди	
	Td40	Длина спины до талии	Td36	Длина талии спереди	
Td43	Расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку	Дтсб(d)	(Расстояние от линии талии до заднего угла подмышечной впадины) Длина туловища сбоку		
Td41	Высота плеча косая				

## Продолжение табл. Ж2

	Ртгсз(d)	Длина от линии талии сзади до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей	Рт.т.сп(d)	Длина от линии талии спереди до линии обхвата туловища в области гребней подвздошных костей
	Td28	Обхват плеча		
	Td105	Обхват локтя		
	Др.зу.лок(d)	Длина руки от заднего угла до локтевой точки		
	Др.зу.зап(d)	Длина руки от заднего угла до запястья		
	Шя(d)	Задняя поперечная дуга ягодичной области		
	Td21	Обхват бедра		
	Td22	Обхват колена		
	Дб(d)	Длина бедра		
	Дн(d)	Длина ноги по передней поверхности до лодыжки		
	Td104	Дуговое расстояние от линии талии до подъягодичной складки.		
	Ртк(d)	Расстояние от линии обхвата талии до центра коленной чашечки		

Таблица ЖЗ – Расчет динамических эффектов некоторых размерных признаков для фигур девочек (поза Ученик»)

№ фиг.	Т47				Т45				Т16				Т18				Т43			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст, см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	32,7	36,9	4,2	12,84	31,2	27,8	-3,4	-10,89	82,9	85,4	2,5	3,0	63,4	64,5	1,1	1,73	42,1	45,2	3,1	7,36
2	32,9	37,1	4,2	12,76	31,6	27,8	-3,8	-12,02	84,0	86,8	2,8	3,3	64,0	65,6	1,6	2,50	43,1	46,4	3,3	7,66
3	30,7	34,6	3,9	12,70	29,4	26,4	-3,0	-10,20	82,0	83,9	1,9	2,3	63,2	64,3	1,1	1,74	41,3	44	2,7	6,54
4	32,8	37,0	4,2	12,8	31,3	28,1	-3,2	-10,22	83,9	86,3	2,4	2,9	63,5	64,8	1,3	2,04	42,8	46,4	3,6	8,41
5	33,5	37,9	4,4	13,13	32,1	28,8	-3,3	-10,28	85,5	87,8	2,3	2,7	65,3	68,0	2,7	4,13	43,5	47,3	3,8	8,74
6	31,6	35,6	4,0	12,6	30,3	27,1	-3,2	-10,56	84,0	86,7	2,7	3,2	64,5	66,6	2,1	3,25	43,3	46,9	3,6	8,31
7	34,1	38,8	4,7	13,78	32,4	28,5	-3,9	-12,03	86,5	90	3,5	4,0	66,7	70,4	3,7	5,54	44,2	48,3	4,1	9,28
8	33,5	37,8	4,3	12,83	32,2	28,5	-3,7	-11,49	85,8	88,9	3,1	3,6	65,6	68,7	3,1	4,72	43,8	47,9	4,1	9,36
9	32,7	36,8	4,1	12,53	31,4	27,9	-3,5	-11,14	84,6	87,6	3	3,5	64,8	67,3	2,5	3,85	43,7	47,2	3,5	8,01
10	34,0	38,5	4,5	13,23	32,7	28,6	-4,1	-12,53	86,3	89,5	3,2	3,7	65,9	69,2	3,3	5,01	43,9	48,1	4,2	9,57
Ср. знач.	32,9	37,15	4,25	12,77	31,5	27,99	-3,51	-11,14	84,5	87,29	2,86	3,4	64,6	66,85	2,25	3,48	43,17	46,77	3,6	8,34

Продолжение таблицы ЖЗ

№ фиг.	Т36а (Т61)				Т68				Т40				Т28				Т22			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст, см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	40,1	39,3	-0,8	-1,99	55,4	58,9	3,5	6,32	39,6	42,6	3,0	7,57	24,8	25,8	1,0	4,03	34,2	36,2	2,0	5,85
2.	41,5	39,4	-2,1	-5,06	56,8	60,6	3,8	6,69	40,6	43,8	3,2	7,88	25,4	26,6	1,2	4,72	34,6	37,0	2,4	6,94
3.	39,5	38,9	-0,6	-1,51	54,8	58,1	3,3	6,02	38,7	41,2	2,5	6,45	24,6	25,4	0,8	3,25	34,5	36,1	1,6	4,64
4.	41,2	39,3	-1,9	-4,61	56,5	60,3	3,8	6,73	40,4	43,9	3,5	8,66	24,9	25,7	0,8	3,21	34,6	37,0	2,4	6,94
5.	41,8	38,3	-2,5	-5,98	57,2	61,4	4,2	7,34	41,2	45,0	3,8	9,22	26,5	27,9	1,4	5,28	36,1	39,0	2,9	8,03
6.	41,5	39,3	-2,2	-5,30	56,9	60,8	3,9	6,85	40,8	44,3	3,5	8,57	25,9	27,1	1,2	4,63	35,7	38,2	2,5	7,00
7.	42,6	39,4	-3,2	-7,51	57,9	62,8	4,9	8,46	41,9	46,0	4,1	9,78	27,5	29,0	1,5	5,45	36,9	40,3	3,4	9,21
8.	42,1	39,4	-2,7	-6,41	57,4	61,7	4,3	7,49	41,3	45,3	4,0	9,68	27,0	28,3	1,3	4,81	36,6	39,8	3,2	8,74
9.	41,9	39,3	-2,6	-6,20	57,2	61,4	4,2	7,34	41,1	44,6	3,5	8,51	26,0	27,3	1,3	5,0	35,7	38,0	2,3	6,44
10.	42,3	39,5	-2,8	-6,61	57,6	62,3	4,7	8,16	41,5	45,6	4,1	9,87	27,3	28,7	1,4	5,12	36,8	40,1	3,3	8,97
Ср. знач.	41,5	39,36	-2,14	-5,15	56,77	60,83	4,06	7,14	40,6	44,12	3,52	8,67	25,9	27,18	1,19	4,57	35,57	38,17	2,6	7,28

**Таблица Ж4 – Расчет динамических эффектов некоторых размерных признаков для фигур девочек (поза «Готов ответить»)**

№ фиг.	Т47				Т45				Т16				Т18				Т43			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	32,7	36,2	3,5	10,70	31,2	33,7	2,5	8,01	82,9	85,7	2,8	3,38	63,4	64,0	0,6	0,94	42,1	44,6	2,5	5,94
2	32,9	36,4	3,5	10,63	31,6	34,2	2,6	8,22	84,0	87,2	3,2	3,81	64,0	65,0	1,0	1,56	43,1	45,7	2,6	6,03
3	30,7	33,9	3,2	10,42	29,4	31,4	2,0	6,80	82,0	84,2	2,2	2,68	63,2	63,8	0,6	0,94	41,3	43,3	2,0	4,84
4	32,8	36,3	3,5	10,67	31,3	33,8	2,5	7,98	83,9	86,6	2,7	3,22	63,5	64,3	0,8	1,25	42,8	45,9	3,1	7,24
5	33,5	37,1	3,6	10,74	32,1	34,9	2,8	8,72	85,5	88,3	2,8	3,27	65,3	67,3	2,0	3,06	43,5	46,8	3,3	7,59
6	31,6	34,9	3,3	10,44	30,3	32,6	2,3	7,59	84,0	87,1	3,1	3,69	64,5	66,0	1,5	2,32	43,3	46,3	3,0	6,93
7	34,1	37,9	3,8	11,14	32,4	35,4	3,0	9,25	86,5	90,5	4	4,62	66,7	69,8	3,1	4,64	44,2	47,7	3,5	7,92
8	33,5	37,1	3,6	10,74	32,2	35,2	3,0	9,31	85,8	89,3	3,5	4,08	65,6	68,1	2,5	3,81	43,8	47,3	3,5	7,99
9	32,7	36,0	3,3	10,09	31,4	33,9	2,5	7,96	84,6	87,9	3,3	3,90	64,8	66,8	2,0	3,08	43,7	46,7	3,0	6,86
10	34,0	37,8	3,8	11,17	32,7	35,9	3,2	9,78	86,3	89,9	3,6	4,17	65,9	68,4	2,5	3,79	43,9	47,5	3,6	8,20
Ср. знач.	32,9	36,36	3,51	10,67	31,5	34,14	2,64	8,38	84,5	87,67	3,12	3,68	64,6	66,35	1,66	2,54	43,17	46,18	3,01	6,95

**Продолжение таблицы Ж4**

№ фиг.	Т36а (Т61)				Т68				Т40				Т28				Т22			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	40,1	43,2	3,1	7,73	55,4	57,3	1,9	3,4	39,6	41,4	1,8	4,55	24,8	25,8	1,0	4,03	34,2	36,2	2,0	5,85
2.	41,5	46,0	4,5	10,84	56,8	58,9	2,1	3,6	40,6	42,5	1,9	4,68	25,4	26,6	1,2	4,72	34,6	37,0	2,4	6,94
3.	39,5	42,0	2,5	6,32	54,8	56,6	1,8	3,3	38,7	40,3	1,6	4,13	24,6	25,4	0,8	3,25	34,5	36,1	1,6	4,64
4.	41,2	45,4	4,2	10,19	56,5	58,6	2,1	3,6	40,4	42,5	2,1	5,20	24,9	25,7	0,8	3,21	34,6	37,0	2,4	6,94
5.	41,8	46,6	4,8	11,48	57,2	59,5	2,3	3,9	41,2	43,4	2,2	5,34	26,5	27,9	1,4	5,28	36,1	39,0	2,9	8,03
6.	41,5	46,0	4,5	10,84	56,9	59,0	2,1	3,7	40,8	42,9	2,1	5,15	25,9	27,1	1,2	4,63	35,7	38,2	2,5	7,00
7.	42,6	48,2	5,6	13,14	57,9	60,5	2,6	4,5	41,9	44,2	2,3	5,49	27,5	29,0	1,5	5,45	36,9	40,3	3,4	9,21
8.	42,1	47,2	5,1	12,11	57,4	59,7	2,3	4,0	41,3	43,6	2,3	5,57	27,0	28,3	1,3	4,81	36,6	39,8	3,2	8,74
9.	41,9	46,8	4,9	11,69	57,2	59,5	2,3	3,9	41,1	43,2	2,1	5,11	26,0	27,3	1,3	5,0	35,7	38,0	2,3	6,44
10.	42,3	47,6	5,3	12,52	57,6	60,1	2,5	4,3	41,5	43,8	2,3	5,54	27,3	28,7	1,4	5,12	36,8	40,1	3,3	8,97
Ср. знач.	41,5	45,9	4,45	10,69	56,77	59,0	2,2	3,83	40,6	42,78	2,07	5,08	25,9	27,18	1,19	4,57	35,57	38,17	2,6	7,28

**Таблица Ж5 – Расчет динамических эффектов некоторых размерных признаков для фигур девочек (поза «Ответ у доски»)**

№ фиг.	Т47				Т45				Т16				Т18				Т43			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст, см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	32,7	36,4	3,7	11,31	31,2	33,5	2,3	7,37	82,9	85,7	2,8	3,38	63,4	63,4	0	0	42,1	43,6	1,5	3,56
2	32,9	36,7	3,8	11,55	31,6	33,9	2,3	7,28	84,0	87,2	3,2	3,81	64,0	64,0	0	0	43,1	44,8	1,7	3,94
3	30,7	34	3,3	10,75	29,4	31,3	1,9	6,46	82,0	84,2	2,2	2,68	63,2	63,2	0	0	41,3	42,6	1,3	3,15
4	32,8	36,5	3,7	11,28	31,3	33,6	2,3	7,35	83,9	86,6	2,7	3,22	63,5	63,5	0	0	42,8	44,6	1,8	4,21
5	33,5	37,4	3,9	11,64	32,1	34,6	2,5	7,79	85,5	88,3	2,8	3,27	65,3	65,3	0	0	43,5	45,2	1,7	3,91
6	31,6	35,1	3,5	11,08	30,3	32,4	2,1	6,93	84,0	87,1	3,1	3,69	64,5	64,5	0	0	43,3	45	1,7	3,93
7	34,1	38,2	4,1	12,02	32,4	35,1	2,7	8,33	86,5	90,5	4	4,62	66,7	66,7	0	0	44,2	46,1	1,9	4,30
8	33,5	37,3	3,8	11,34	32,2	35	2,8	8,70	85,8	89,3	3,5	4,08	65,6	65,6	0	0	43,8	45,6	1,8	4,11
9	32,7	36,3	3,6	11,01	31,4	33,6	2,2	7,01	84,6	87,9	3,3	3,90	64,8	64,8	0	0	43,7	45,4	1,7	3,89
10	34,0	38,2	4,2	12,35	32,7	35,5	2,8	8,56	86,3	89,9	3,6	4,17	65,9	65,9	0	0	43,9	45,8	1,9	4,33
Ср. знач.	32,9	36,61	3,8	11,43	31,5	33,85	2,39	7,58	84,5	87,67	3,12	3,68	64,6	64,6	0	0	43,17	44,87	1,7	3,93

**Продолжение таблицы Ж5**

№ фиг.	Т36а (Т61)				Т68				Т40				Т28				Т22			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст, см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	40,1	43,5	3,4	8,48	55,4	57,1	1,7	3,07	39,6	40,5	0,9	2,27	24,8	25,8	1,0	4,03	34,2	34,2	0	0
2.	41,5	46,3	4,8	11,57	56,8	58,7	1,9	3,35	40,6	41,7	1,1	2,71	25,4	26,6	1,2	4,72	34,6	34,6	0	0
3.	39,5	42,2	2,7	6,84	54,8	56,4	1,6	2,92	38,7	39,4	0,7	1,81	24,6	25,4	0,8	3,25	34,5	34,5	0	0
4.	41,2	45,7	4,5	10,92	56,5	58,3	1,8	3,19	40,4	41,6	1,2	2,97	24,9	25,7	0,8	3,21	34,6	34,6	0	0
5.	41,8	46,9	5,1	12,20	57,2	59,2	2	3,50	41,2	42,4	1,2	2,91	26,5	27,9	1,4	5,28	36,1	36,1	0	0
6.	41,5	46,4	4,9	11,81	56,9	58,8	1,9	3,34	40,8	41,9	1,1	2,70	25,9	27,1	1,2	4,63	35,7	35,7	0	0
7.	42,6	48,6	6	14,08	57,9	60,3	2,4	4,15	41,9	43,2	1,3	3,10	27,5	29,0	1,5	5,45	36,9	36,9	0	0
8.	42,1	47,6	5,5	13,06	57,4	59,5	2,1	3,66	41,3	42,6	1,3	3,15	27,0	28,3	1,3	4,81	36,6	36,6	0	0
9.	41,9	47,1	5,2	12,41	57,2	59,3	2,1	3,67	41,1	42,2	1,1	2,68	26,0	27,3	1,3	5,0	35,7	35,7	0	0
10.	42,3	47,9	5,6	13,24	57,6	59,8	2,2	3,82	41,5	42,8	1,3	3,13	27,3	28,7	1,4	5,12	36,8	36,8	0	0
Ср. знач.	41,5	46,22	4,77	11,46	56,77	58,74	1,97	3,46	40,6	41,72	1,12	2,76	25,9	27,18	1,19	4,57	35,57	35,57	0	0

Таблица Ж6 – Расчет динамических эффектов некоторых размерных признаков для фигур мальчиков (поза Ученик»)

№ фиг.	Т47				Т45				Т16				Т18				Т43			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	28,5	33,1	4,6	16,14	27,6	23,4	-4,2	-15,22	66,8	67,8	1,0	1,50	66,0	69,7	3,7	5,61	35,2	38,7	3,5	9,94
2.	28,8	33,6	4,8	16,67	27,0	23	-4,0	-14,81	68,0	68,8	0,8	1,10	65,0	68,8	3,8	5,77	35,3	38,8	3,5	9,92
3.	28,6	33,2	4,6	16,08	26,8	23	-3,8	-14,18	66,0	67,0	1,0	1,44	64,7	68,3	3,6	5,49	35,0	38,2	3,2	9,14
4.	29,8	35,3	5,5	18,46	27,4	23,4	-4,0	-14,60	67,8	68,6	0,8	1,18	66,6	70,3	3,7	5,56	35,2	38,7	3,5	9,94
5.	29,5	34,8	5,3	17,97	27,7	23,5	-4,2	-15,16	69,5	70,5	1,0	1,44	64,3	68,3	4,0	6,22	35,5	39,3	3,8	10,70
6.	27,8	32,2	4,4	15,83	26,0	22,5	-3,5	-13,46	65,0	66,0	1,0	1,50	66,5	70,0	3,5	5,23	34,3	36,8	2,5	7,29
7.	30,0	35,5	5,5	18,33	28,2	23,7	-4,5	-15,96	70,0	70,8	0,8	1,18	65,6	69,8	4,2	6,44	35,5	39,3	3,8	10,70
8.	30,8	36,7	5,9	19,16	29,0	24	-5,0	-17,24	69,8	70,9	1,1	1,50	65,3	69,4	4,1	6,20	35,5	39,1	3,6	10,14
9.	30,6	36,4	5,8	18,95	28,8	24	-4,8	-16,67	68,6	69,5	0,9	1,31	62,5	66,1	3,6	5,76	35,4	39	3,6	10,17
10.	27,5	31,7	4,2	15,27	25,7	22,2	-3,5	-13,62	64,0	64,8	0,8	1,21	65,2	68,4	3,2	4,87	34,3	37,1	2,8	8,16
Ср. знач.	29,19	34,25	5,06	17,29	27,42	23,27	-4,15	-15,09	67,55	68,5	0,9	1,34	65,2	68,9	3,7	5,71	35,12	38,5	3,38	9,61

Продолжение таблицы Ж6

№ фиг.	Т36а (Т61)				Т68				Т40				Т28				Т22			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	34,7	31,7	-3	-8,65	48,7	52,5	3,8	7,80	32,5	35,2	2,7	8,31	22,5	23,7	1,2	5,33	31,4	35,4	4,0	12,74
2.	33,2	30,4	-2,8	-8,43	47,4	50,2	2,8	5,91	32,6	35,3	2,7	8,28	22,0	23	1,0	4,55	27,0	29,7	2,7	10,00
3.	34,4	31,8	-2,6	-7,56	48,1	51,3	3,2	6,65	32,4	34,8	2,4	7,41	21,4	22,2	0,8	3,74	29,5	33	3,5	11,86
4.	34,7	31,8	-2,9	-8,36	48,5	52	3,5	7,22	32,6	35,3	2,7	8,28	21,6	22,4	0,8	3,70	28,6	31,8	3,2	11,19
5.	35,0	31,8	-3,2	-9,14	49,0	53	4,0	8,16	32,9	36,1	3,2	9,73	23,2	24,8	1,6	6,90	31,7	35,9	4,2	13,25
6.	33,7	31,7	-2,0	-5,93	47,7	50,7	3,0	6,29	31,6	33,3	1,7	5,38	22,3	23,5	1,2	5,38	29,4	32,9	3,5	11,90
7.	34,8	31,8	-3,0	-8,62	48,8	52,6	3,8	7,79	32,8	35,8	3	9,15	22,0	23	1,0	4,55	30,1	33,9	3,8	12,62
8.	34,7	31,7	-3,0	-8,65	48,7	52,5	3,8	7,80	32,8	35,6	2,8	8,54	22,8	24,2	1,4	6,14	31,6	35,8	4,2	13,29
9.	34,7	31,8	-2,9	-8,36	48,5	52	3,5	7,22	32,8	35,6	2,8	8,54	21,5	22,3	0,8	3,72	29,0	32,4	3,4	11,72
10.	33,4	31,2	-2,2	-6,59	47,4	50,2	2,8	5,91	31,6	33,4	1,8	5,70	21,7	22,6	0,9	4,15	29,4	32,9	3,5	11,90
Ср. знач.	34,33	31,57	-2,76	-8,03	48,28	51,7	3,42	7,07	32,46	35,04	2,58	7,93	22,1	23,17	1,07	4,82	29,77	33,37	3,6	12,05

**Таблица Ж7 – Расчет динамических эффектов некоторых размерных признаков для фигур мальчиков (поза «Готов ответить»)**

№ фиг.	Т47				Т45				Т16				Т18				Т43			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	28,5	32,2	3,7	12,98	27,6	30,00	2,4	8,70	66,8	68,3	1,5	2,25	66,0	67,5	1,5	2,27	35,2	38,1	2,9	8,24
2.	28,8	32,6	3,8	13,19	27,0	29,10	2,1	7,78	68,0	69,6	1,6	2,28	65,0	66,5	1,5	2,23	35,3	38,1	2,8	7,93
3.	28,6	32,3	3,7	12,94	26,8	28,90	2,1	7,84	66,0	67,4	1,4	2,05	64,7	66,1	1,4	2,09	35,0	37,4	2,4	6,86
4.	29,8	34,2	4,4	14,77	27,4	29,60	2,2	8,03	67,8	69,3	1,5	2,21	66,6	68,0	1,4	2,10	35,2	38,0	2,8	7,95
5.	29,5	33,8	4,3	14,58	27,7	30,10	2,4	8,66	69,5	71,3	1,8	2,59	64,3	66,4	2,1	3,27	35,5	38,5	3,0	8,45
6.	27,8	31,4	3,6	12,95	26,0	27,95	2,0	7,50	65,0	66,3	1,3	1,96	66,5	67,9	1,4	2,07	34,3	36,1	1,8	5,25
7.	30,0	34,6	4,6	15,33	28,2	30,45	2,3	7,98	70,0	72,0	2,0	2,89	65,6	67,6	2,0	3,09	35,5	38,5	3,0	8,45
8.	30,8	35,5	4,7	15,26	29,0	31,50	2,5	8,62	69,8	71,7	1,9	2,65	65,3	67,3	2,0	2,99	35,5	38,5	3,0	8,45
9.	30,6	35,2	4,6	15,03	28,8	31,20	2,4	8,33	68,6	70,0	1,4	2,04	62,5	64,2	1,7	2,72	35,4	38,2	2,8	7,91
10.	27,5	30,8	3,3	12,00	25,7	27,45	1,8	6,81	64,0	65,0	1,0	1,52	65,2	66,1	0,9	1,34	34,3	36,3	2,0	5,83
Ср. знач.	29,19	33,26	4,07	13,90	27,42	29,63	2,21	8,02	67,55	69,1	1,5	2,24	65,2	66,7	1,6	2,42	35,12	37,77	2,65	7,53

**Продолжение таблицы Ж7**

№ фиг.	Т36а (Т61)				Т68				Т40				Т28				Т22			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	34,7	35,9	сс	3,46	48,7	51,3	2,6	5,34	32,5	34,5	2	6,15	22,5	24,4	0,7	2,95	31,4	35,4	4,0	12,74
2.	33,2	33,7	0,5	1,51	47,4	48,9	1,5	3,16	32,6	34,8	2,2	6,75	22,0	23,7	0,7	3,04	27,0	29,7	2,7	10,00
3.	34,4	35,2	0,8	2,33	48,1	49,9	1,8	3,74	32,4	34,4	2	6,17	21,4	22,8	0,6	2,70	29,5	33	3,5	11,86
4.	34,7	35,7	1	2,88	48,5	50,7	2,2	4,54	32,6	34,8	2,2	6,75	21,6	23	0,6	2,68	28,6	31,8	3,2	11,19
5.	35,0	36,4	1,4	4,00	49,0	51,7	2,7	5,51	32,9	35,5	2,6	7,90	23,2	25,7	0,9	3,63	31,7	35,9	4,2	13,25
6.	33,7	34,3	0,6	1,78	47,7	49,5	1,8	3,77	31,6	32,8	1,2	3,80	22,3	24,3	0,8	3,40	29,4	32,9	3,5	11,90
7.	34,8	36	1,2	3,45	48,8	51,4	2,6	5,33	32,8	35,3	2,5	7,62	22,0	23,7	0,7	3,04	30,1	33,9	3,8	12,62
8.	34,7	35,9	1,2	3,46	48,7	51,2	2,5	5,13	32,8	35	2,2	6,71	22,8	25	0,8	3,31	31,6	35,8	4,2	13,29
9.	34,7	35,7	1	2,88	48,5	50,8	2,3	4,74	32,8	35,1	2,3	7,01	21,5	22,9	0,6	2,69	29,0	32,4	3,4	11,72
10.	33,4	34	0,6	1,80	47,4	49	1,6	3,38	31,6	33	1,4	4,43	21,7	23,25	0,7	2,88	29,4	32,9	3,5	11,90
Ср. знач.	34,33	35,28	0,95	2,75	48,28	50,44	2,16	4,46	32,46	34,52	2,06	6,33	22,1	23,875	0,71	3,03	29,77	33,37	3,6	12,05

**Таблица Ж8 – Расчет динамических эффектов некоторых размерных признаков для фигур мальчиков (поза «Ответ у доски»)**

№ фиг.	Т47				Т45				Т16				Т18				Т43			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст, см.	Дин, см.	Абс, см.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	28,5	31,7	3,2	11,23	27,6	29,4	1,8	6,52	66,8	67,9	1,1	1,65	66,0	66,0	0	0	35,2	37,8	2,6	7,39
2.	28,8	32,2	3,4	11,81	27,0	28,6	1,6	5,93	68,0	69,2	1,2	1,76	65,0	65,0	0	0	35,3	37,8	2,5	7,08
3.	28,6	31,8	3,2	11,19	26,8	28,4	1,6	5,97	66,0	67,2	1,2	1,82	64,7	64,7	0	0	35	37	2	5,71
4.	29,8	33,8	4	13,42	27,4	29,2	1,8	6,57	67,8	69	1,2	1,77	66,6	66,6	0	0	35,2	37,7	2,5	7,10
5.	29,5	33,4	3,9	13,22	27,7	29,6	1,9	6,86	69,5	71	1,5	2,16	64,3	64,3	0	0	35,5	38,2	2,7	7,61
6.	27,8	30,8	3	10,79	26,0	27,6	1,6	6,15	65,0	66	1	1,54	66,5	66,5	0	0	34,3	35,8	1,5	4,37
7.	30,0	34	4	13,33	28,2	30	1,8	6,38	70,0	71,6	1,6	2,29	65,6	65,6	0	0	35,5	38,2	2,7	7,61
8.	30,8	35	4,2	13,64	29,0	31	2	6,90	69,8	71,3	1,5	2,15	65,3	65,3	0	0	35,5	38,2	2,7	7,61
9.	30,6	34,7	4,1	13,40	28,8	30,8	2	6,94	68,6	69,8	1,2	1,75	62,5	62,5	0	0	35,4	37,9	2,5	7,06
10.	27,5	30,2	2,7	9,82	25,7	27,1	1,4	5,45	64,0	64,7	0,7	1,09	65,2	65,2	0	0	34,3	35,9	1,6	4,66
Ср. знач.	29,19	32,76	3,57	12,18	27,42	29,17	1,75	6,37	67,55	68,77	1,22	1,80	65,2	65,2	0	0	35,12	37,45	2,33	6,62

**Продолжение таблицы Ж8**

№ фиг.	Т36а (Т61)				Т68				Т40				Т28				Т22			
	Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т		Измерения		Динам. эф-т	
	Ст., см.	Дин, см.	Абс, см.	%	Ст, см.	Дин, см.	Абс, см.	%												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	34,7	35,7	1	2,88	48,7	51,5	2,8	5,75	32,5	34,2	1,7	5,23	22,5	23,1	0,6	2,67	31,4	31,4	0	0
2.	33,2	33,7	0,5	1,51	47,4	49,1	1,7	3,59	32,6	34,5	1,9	5,83	22,0	22,6	0,6	2,73	27,0	27,0	0	0
3.	34,4	35	0,6	1,74	48,1	50,1	2	4,16	32,4	34,1	1,7	5,25	21,4	21,9	0,5	2,34	29,5	29,5	0	0
4.	34,7	35,5	0,8	2,31	48,5	50,8	2,3	4,74	32,6	34,5	1,9	5,83	21,6	22,1	0,5	2,31	28,6	28,6	0	0
5.	35,0	36,2	1,2	3,43	49,0	52	3	6,12	32,9	35,2	2,3	6,99	23,2	24	0,8	3,45	31,7	31,7	0	0
6.	33,7	34,3	0,6	1,78	47,7	49,7	2	4,19	31,6	32,5	0,9	2,85	22,3	23	0,7	3,14	29,4	29,4	0	0
7.	34,8	35,8	1	2,87	48,8	51,6	2,8	5,74	32,8	35	2,2	6,71	22,0	22,6	0,6	2,73	30,1	30,1	0	0
8.	34,7	35,7	1	2,88	48,7	51,4	2,7	5,54	32,8	34,7	1,9	5,79	22,8	23,5	0,7	3,07	31,6	31,6	0	0
9.	34,7	35,5	0,8	2,31	48,5	51	2,5	5,15	32,8	34,8	2	6,10	21,5	22	0,5	2,33	29,0	29,0	0	0
10.	33,4	33,9	0,5	1,50	47,4	49,2	1,8	3,80	31,6	32,7	1,1	3,48	21,7	22,2	0,5	2,30	29,4	29,4	0	0
Ср. знач.	34,33	35,13	0,8	2,32	48,28	50,64	2,36	4,88	32,46	34,22	1,76	5,41	22,1	22,7	0,6	2,71	29,77		0	0

## Разработка ПКД на куртку школьную

### Описание внешнего вида

Куртка школьная детская демисезонная из полшерстяной ткани, прямого силуэта, длиной до линии бедер, зауженная к низу, с втачным длинным рукавом, отложным воротником и центральной застёжкой на молнию, низ изделия на поясе.

Полочка с кокеткой и двумя вертикальными рельефными швами, в которых расположены карманы.

Спинка с кокеткой и двумя рельефными швами. Боковые части выполнены из трикотажного полотна.

Рукава рубашечные, двухшовные, на манжете с пуговицей.

Воротник отложной, с цельнокроеной стойкой.

Изделие на поясе, выполнено на подкладке.

На рисунке 3 представлена модель куртки школьной для мальчика.



Рисунок 31 – Внешний вид школьной куртки для мальчика младшего школьного возраста 140-72-69

### Разработка БК и МК детской школьной куртки

**Таблица 31 – Расчет БК пиджака для мальчика 140-72-69**

Номер системы	Отрезок	Формула	Прибавка на свободу облегания	Расчёт конструктивного участка	Величина отрезка на чертеже, мм
1	2	3	4	5	6
1.	11-21	0,3Т40+П	0,4	0.3*32.4+0.4	10.1
2.	11-31	Т39+П	0,4	16,8+0.4	17.2
3.	11-41	Т40+1.0+П	0,4	32.4+1+0.4	33.8
4.	41-51	0,65(Т7-Т12)+П	-	0.65*(88.1-64,1)	15.6
5.	31-33	0,5Т47+П	1,5	0.5*31.9+1.5	17.5
6.	33-35	Т57+П	4,8	6.8+4.8	11.6
7.	35-37	0,5(Т45+Т15-Т14)+П	1,75	0.5(27.7+76-75.1)+1.75	16.05
8.	31-37	/31-33/+/33-35/+/35-37/	8,05	17.5+11.6+16.05	45.1
9.	37-47	Т40+1.0-Т39+П	-	32.4+1-16.8	16.6
10.	47-57	0.65(Т7-Т12)+П	1.0	0.65(88.1-64,1)+1	15.6
11.	47-97	Т7-Т12+П	1.7	88.1-64,1+1.7	25,7
12.	33-13	0.5(Т38+1.5)+П	0.55	0.5(26.2+1.5)+0.55	14.4
13.	35-15	0.45(Т38+1.5)+П	0.8	0.45(26.2+1.5)+0.8	13.3
14.	33-331	П			3.5
15.	35-351	П			3,5
16.	331-341	0.62/33-35/+a17	a17=0	0.62*11.6	7.2
17.	351-341'	0.38/33-35/-a18	a18=0.5	0.38*11.6+0.5	3,9
18.	331-332	0.62(33-35)+a19	a19=0.5	0.62*11.6+0.5	7.7
19.	R332-342	0.62(33-35)+a19	a19=0.5	0.62*11.6+0.5	7.7
20.	R341-342	0.62(33-35)+a19	a19=0.5	0.62*11.6+0.5	7.7
21.	Дуга 341 332	К			-
22.	R33-13	К			К
23.	351-352	0.38/33-35/-a21	a21=0.5	0.38*11.6-0.5	3.9
24.	R352-343	0.38/33-35/-a21	a21=4.0	0.38*11.6-4	0.4
25.	R341'-343	0.38/33-35/-a21	a21=4.0	0.38*11.6-4	0.4
26.	Дуга 341' 352	К			-
27.	R35-115	К			-
28.	11-111	O11	0.5		0.5
29.	41-411	O41	0.5		0.5
30.	91-911	O91	0.5		0.5
31.	11-12	0.18Т13+П	1,25	0.18*32.0+1.25	7.01
32.	111-12	0.18Т13+П	0	0.18*32	5.8
33.	11-112	0,25/11-12/		0,25*7.01	1.8
34.	111-112	0,25/111-12/		0,25*7.01	1.8
35.	12-121	0.06Т13+П	0.25	0.06*32.0+0.25	2.17
36.	13-14	0.015Т47		0.015*31.9	0.48
37.	121-122	0.4/121-14/		0.4*11.2	4.5
38.	31-32	0.17Т47+П+O11	П=0.5П31-37	0.17*31.9+0.9+0.5	9.4
39.	122-22	0.4/122-32/		0.4*12.2	4.8
40.	R122-14'	122'-14			8.3
41.	R22-141	22-14'			11.4
42.	R121-141	121-14			11.2
43.	R22-123	22-123'			7.6
44.	121-113	К			-

## Продолжение табл. 31

1	2	3	4	5	6
45.	11-113	К			-
46.	121-114	/121-113/-a39	a39=1.0	13,3-1	12.3
47.	R112-114	/121-113/-a39	a39=1.0	13.3-1	12.3
48.	Дуга 121 112	К			К
49.	14'-342'	К			К
50.	332-342'	К			
51.	R14'-342	14'-342'			
52.	R332-342''	14'-342'			К
53.	Дуга 332 14'	К			
54.	47-471	0.24T18- 0.5(T45+T15-T14)		0.24*69- 0.5(27.7+76-75.1)	2.36
55.	471-46	0.5T46+П	П=0.5П31- 37=0.88	0.5*16.4+0.9	12.2
56.	46-471'	К			8.5
57.	46-36	T36-T35+П	0.5	41.1-27.3+0.5	13.9
58.	36-371	471-46			12.2
59.	36-372	T35-T34+П	П=0.5П31- 37=0.88	27.3-22.6+0.9	5.6
60.	R36-372'	36-372			5.6
61.	372-372'	0.5(T15-T14)-0.25(П C35-37)		0.5(76-75.1)- 0.25*0.9	
62.	R36-371'	36-371			
63.	371'-361	0.18T13+П	1.55	0.18*32+1.55	7.31
64.	R36-16	T44- (T40+1+0.06T13- 0.3)-(T36-T35)+П	0.8	68-(32,4+1+0.06*32- 0.3)-(41.1-27.3)+0.8	19.2
65.	R16-14''	121-14 (с чертежа спинки)			
66.	16-161	0.215T13+П	0.65	0.215*32+0.65	7.53
67.	16-171	К		R	
68.	17-171	К			
69.	R16-172	16-171			
70.	R17-172	16-171			
71.	Дуга 16 17	К			
72.	14''-343'	К			
73.	352-343'	К			
74.	R14''-343''	К			
75.	R352-343''	14''-343'			
76.	Дуга 322 14''	К			
77.	411-470	0.5T18+П	-0.5	0.5*69-0.5	34
78.	511-570	0.5T19+П	5.2	0.5*69+5.2	46.4
<b>Расчёт БК рукава</b>					
1.	331-351	33-35			11.6
2.	331-341	0.62/33-35/+a17	a17=0	0.62*11.6	7.2
3.	351-341'	0.38/33-35/-a18	a18=0.5	0.38*11.6-0.5	3.9
4.	331-332	0.62/33-35/+a19	a19=0.5	0.62*11.6+0.5	7.7
5.	R332-342	0.62/33-35/+a19	a19=0.5	0.62*11.6+0.5	7.7
6.	R341-342	0.62/33-35/+a19	a19=0.5	0.62*11.6+0.5	7.7
7.	Дуга 341 332	К			К
8.	351-352	0.38/33-35/-a21	a21=0.5	0.38*11.6-0.5	3.9
9.	R352-343	0.38/33-35/-a21	a21=0.5	0.38*11.6-0.5	3.9
10.	R341'-343	0.38/33-35/-a21	a21=0.5	0.38*11.6-0.5	3.9

Продолжение табл. 31

1	2	3	4	5	6
11.	Дуга 341 352	К			К
12.	351-333(ШОР)	T57+3+П	4.85	7.4+3+4.85	15.5
13.	333-13(ВОР)	0.885ДОР( 0.25- (ШОР/ДОР)		0.885*	15.25
14.	13-14	0.45/351-333/		0.45*15.5	7
15.	13-141	0.73/351-333/		0.73*15.5	11.3
16.	15-141'	15-141			4.2
17.	141'-353	0.5/141'-343/		0.5*11.9	5.95
18.	R353-354	353-343		0.5*11.9	5.95
19.	141-142	141-15			4.2
20.	14-143	0.5/14-141/		0.5*4.2	2.1
21.	13-131	0.3/333-13/		0.3*15.25	4.6
22.	131-344	0.5/131-342/		0.5*10.5	5.25
23.	R344-345	344-342		5.25	5.25
24.	13'-133	13'-133'			
25.	133-134	0.5/133-131/		0.5*9.5	4.75
26.	133-144	0.5/133-14/		0.5*3.0	1.5
27.	13-133-339	T33-T31+П	4.9	59-12.4+П	51.5
28.	13-133-43	T32-T31+П	2.8	38.8-12.4+2.8	29.2
29.	95-931	0.5T29+П	4.9	0.5*14.9+4.9	12.4
30.	95-94	0.5/95-931/		0.5*	
31.	931-932	0.5/93-931/		0.5*4	2
32.	45-451	К			К

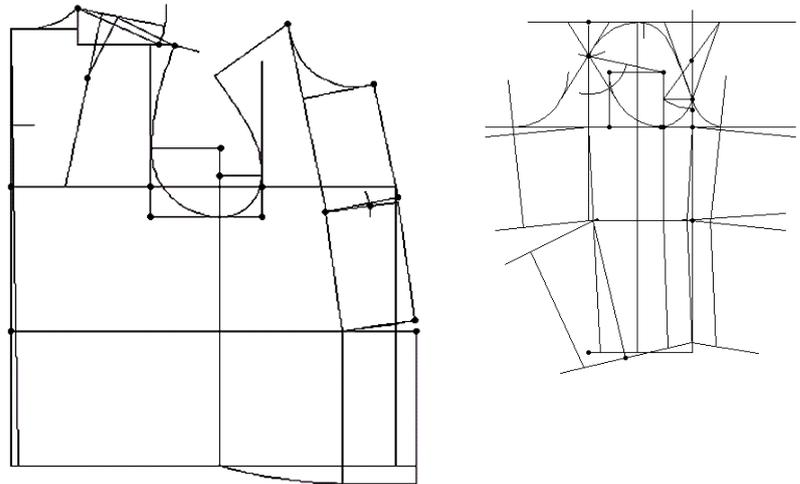


Рисунок 32 – Чертеж БК пиджака для мальчика

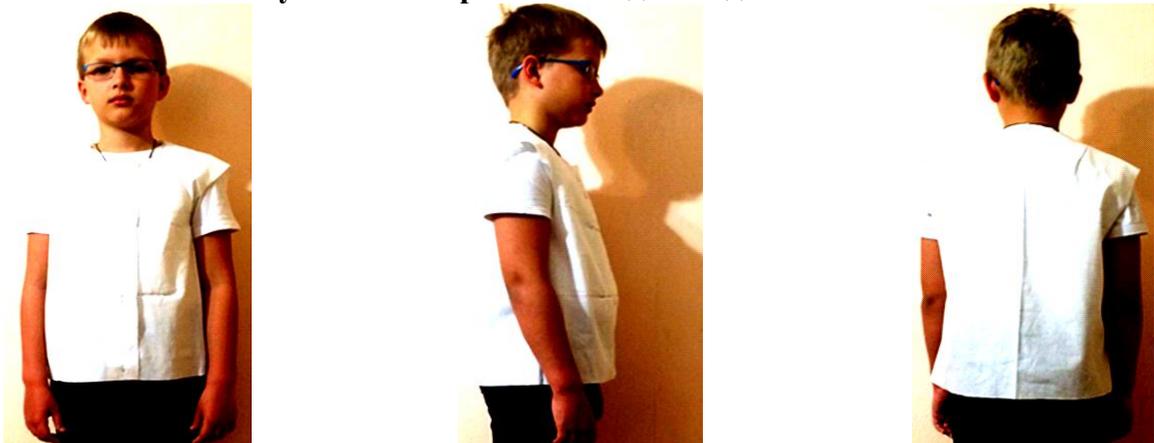


Рисунок 33 – Примерка макета БК становой части куртки для мальчика

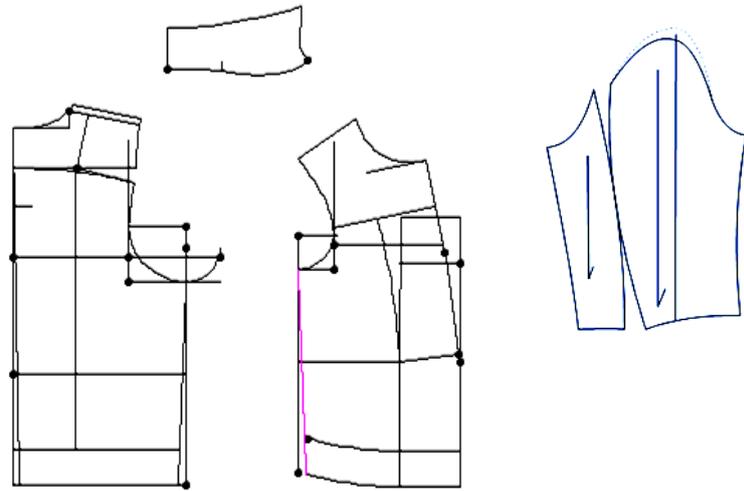


Рисунок 34 – Чертеж ИМК куртки для мальчика

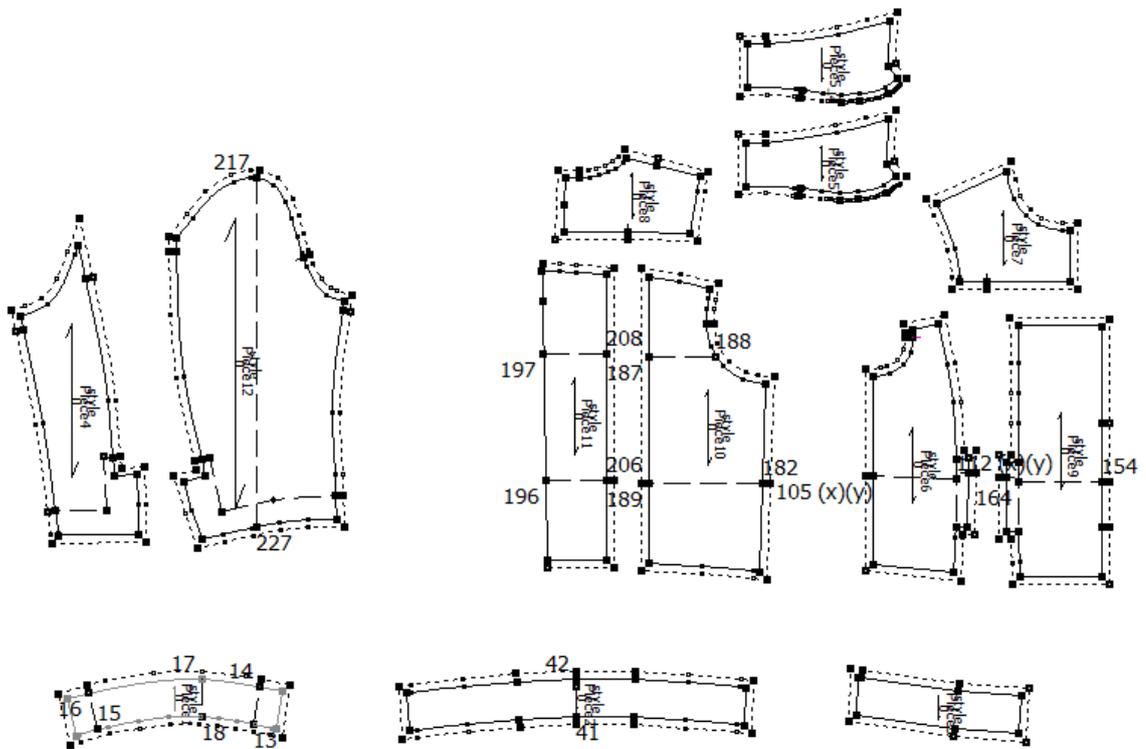


Рисунок 35 – Комплект лекал куртки для мальчика



Рисунок 36 – Макет куртки для мальчика

**ПАТЕНТЫ, АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2618414

**ТРАНСФОРМИРУЕМАЯ ОДЕЖДА**

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

Авторы: *Саидова Шоира Абдулатифовна (RU), Петросова Ирина Александровна (RU), Андреева Елена Георгиевна (RU), Зарецкая Галина Петровна (RU)*

Заявка № 2016101430

Приоритет изобретения 19 января 2016 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 03 мая 2017 г.

Срок действия исключительного права на изобретение истекает 19 января 2036 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев* Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2017620634

**Динамические приоритеты, полученные 3D сканированием  
для проектирования школьной формы**

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

Авторы: *Саидова Шоира Абдулатифовна (ТJ), Петросова Ирина Александровна (RU), Андреева Елена Георгиевна (RU), Гусева Марина Анатольевна (RU)*

Заявка № 2017620327

Дата поступления 17 апреля 2017 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 09 июня 2017 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев* Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2017620588

**Формирование рационального гардероба школьников с  
учетом уровня дохода семьи**

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

Авторы: *Саидова Шоира Абдулатифовна (ТД), Петросова Ирина  
Александровна (RU), Андреева Елена Георгиевна (RU), Гусева  
Марина Анатольевна (RU), Зарецкая Галина Петровна (RU)*

Заявка № 2017620277

Дата поступления 06 апреля 2017 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 02 июня 2017 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



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.

Общество с ограниченной ответственностью  
 «Униформа». ИНН 6713011694  
 Юридический адрес: 216240 Смоленская область,  
 г.Демидов, ул. Гуреевская, д.42.  
 р/сч. 407028106431200000040  
 в Смоленский РФ ОАО «Россельхозбанк»  
 Кор./сч. 30101810500000000776  
 БИК 046614776

г. Демидов

25.05.17

## Акт внедрения

метода проектирования эргономичной одежды с использованием трехмерного сканирования,  
 разработанного Саидовой Шоирой Абдулатифовной в диссертационной работе

В условиях швейного производства проведено внедрение метода проектирования эргономичной одежды с использованием трехмерного сканирования, путем организации взаимодействия потребителей с предприятием удаленно через веб-сайт производителя в сети *Internet*. Благодаря предложенному методу организован ввод потребителем данных в виде фотографий или 3D моделей индивидуальных фигур, упрощена система выбора потребителем требуемого изделия, предусмотрена возможность внесения изменений в конструкторско-технологическую документацию на выбранную модель, в соответствии с запросами и индивидуальными размерными признаками потребителя.

Установлено, что при использовании предложенного метода снижаются затраты времени на процесс проектирования, повышается качество готовой одежды, так как изделие разрабатывается по требованиям заказчика на базе цифровых технологий.



Генеральный директор

Жарков В.И.

Борисенкова Т. А.