

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПОЯСНОЙ ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ ПОВЫШЕННЫХ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Саидова Ш.А.<sup>1</sup>, Петросова И.А.<sup>2</sup>, Андреева Е.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> «Худжандский политехнический институт Таджикского Технического Университета» им. академика М. С. Осими, Худжанд, Таджикистан (Худжанд, ул. Ленина, 226), e-mail: shoira-saidova79@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии», Москва, Россия (117997, Москва, ул. Садовническая 33с.1), e-mail: 76802@mail.ru

В статье описан метод проектирования женской юбки на основе обоснованной информации о динамических изменениях размерных признаков, полученной с помощью технологии 3D сканирования. Систематизация данных об изменениях внешней формы человеческих фигур в динамике предоставляет возможность обоснованного выбора конструктивных прибавок на свободу движений для проектирования одежды и разработки рекомендаций по совершенствованию методик конструирования швейных изделий с учётом повышенных эргономических требований. Проведено сканирование женских фигур в статике и динамике при совершении заданного спектра движений, рассчитаны достоверные динамические эффекты. В качестве параметров оптимизации использованы показатели динамического соответствия: степень перемещения низа изделия, размах движений бедер в положении приседания и величины воздушных зазоров в области бедер и талии. Предложена методика корректировки конструктивных параметров одежды в соответствии с эргономическими показателями динамического соответствия. Внедрение методики позволит формировать базу данных конструктивных параметров одежды, обеспечивающих высокий уровень статического и динамического соответствия системы «Человек-Одежда».

Ключевые слова: динамические изменения размерных признаков, 3D сканирование, динамический эффект, динамическое соответствие, конструктивные параметры, прибавки

## IMPROVING THE DESIGNING METHOD OF BOTTOM CLOTHING GIVEN THE ENHANCED ERGONOMIC REQUIREMENTS

Saidova S.A.<sup>1</sup>, Petrosova I.A.<sup>2</sup>, Andreeva E.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University n. a. M. S. Osimi, Khujand, Tajikistan (Khujand, street Lenin, 226), e-mail: shoira-saidova79@mail.ru

<sup>2</sup>Moscow State University of Design and Technology, Moscow, Russia (117997, Moscow, street Sadovnicheskaya 33st.1), e-mail: e-mail: 76802@mail.ru

This article describes a method of designing a woman's skirt on the basis of substantiated information about the change of dimensional measurements in dynamics obtained using 3D scanning technologies. Systematization of data on changes in the external shape of human figures in dynamics provides an opportunity to make informed choices of ease for flexibility of movement of the human body in designing clothes and develop recommendations for improving methods of designing garments, given high ergonomic requirements. Female figures in natural and dynamic poses were scanned when they were making a specified spectrum of movements, the accurate dynamic effects were calculated. As optimization parameters the indicators of dynamic compliance are used: degree of movement of the hem, degree of movements of the hips in a squat position and the air ease in the hips and waist. There were proposed a method of adjustments the pattern indexes of clothing according to ergonomic indicators of dynamic compliance. Implementation of the method will help to form a database of pattern indexes of clothing, providing a high level of static and dynamic compliance of the "body-clothes" system.

Keywords: change of dimensional measurements in dynamics, ergonomics, 3D scanning, dynamic effect, dynamic conformity of clothes, pattern indexes, ease

Эргономика (Ergonomics: греч.Ergon-работа, Nomos-закон) – это научная дисциплина, комплексно изучающая человека, в конкретных условиях его деятельности, законы взаимодействия между человеком, промышленными изделиями и окружающей средой [4]. Задачей эргономики является создание таких условий работы для человека, которые бы способствовали сохранению здоровья, повышению эффективности труда, снижению

утомляемости в течение всего рабочего дня [3]. Так как одежда покрывает более 80% поверхности тела человека и находится с ним в постоянном контакте и взаимодействии [4], у человека могут возникнуть ощущения комфорта или дискомфорта, удобства, давления на отдельные участки тела, что влияет на утомляемость, работоспособность. Следовательно, наиболее важной составляющей качества одежды является её эргономические свойства.

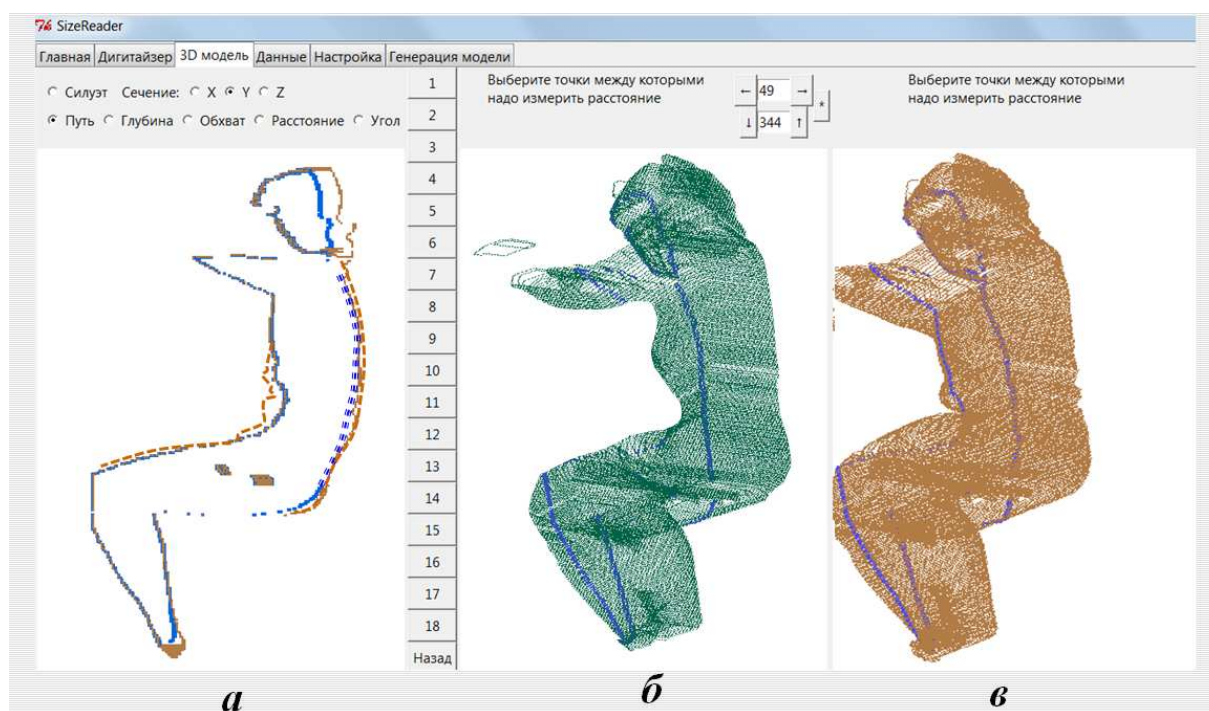
Эргономические показатели характеризуют степень приспособленности изделия к человеку. Среди них особое значение имеют антропометрические показатели. Они характеризуют статическое и динамическое соответствие одежды размерам и форме тела человека. Статическое соответствие позволяет оценивать качество посадки, динамическое – «удобство одежды в движении».

Статическое соответствие изделия определяется соответствием размеров и формы изделия размерам и форме тела человека. Следовательно, для проектирования одежды с высокой степенью соразмерности необходимо при построении чертежа конструкции использовать максимально достоверные измерения и метрические зависимости для описания внешней формы поверхности фигуры потребителя. Таким образом, качественная посадка будущего изделия обусловлена соответствием конструкции одежды форме тела человека.

Благодаря технологии трехмерного сканирования разработанной на кафедре ХМКТШИ МГУДТ, возможно определение широкого спектра размерных признаков, что способствует повышению качества посадки проектируемого изделия. Система также позволяет выполнить сканирование фигуры человека в одежде для проведения анализа внешней формы одежды и поверхности тела, т.е. система является объективным инструментом оценки качества посадки проектируемого изделия в процессе виртуальной примерки на фигуре человека [1, 5].

Неотъемлемым условием проектирования одежды, комфортной в динамике, является наличие достоверной информации об изменениях размеров и формы тела человека при совершении заданного спектра движений. На конструктивные параметры деталей одежды влияют динамические эффекты, то есть разница между размерными признаками фигуры, находящейся в статичном состоянии и в различных динамических позах и движениях. При расчёте конструктивных прибавок на свободу движения необходимо также учитывать уровень давления одежды на поверхность тела человека, возможную деформацию материала или перемещение отдельных участков изделия относительно поверхности тела человека. К одежде для активной деятельности предъявляются повышенные эргономические требования, определяемые эргономическими показателями динамического соответствия одежды.

Система 3D сканирования позволяет исследовать пространственную ориентацию одежды относительно поверхности тела человека, выделить опорную и касательную поверхности одежды, определить величину воздушных зазоров на выбранных антропометрических уровнях [2]. При виртуальном совмещении 3D динамических моделей фигуры без одежды (рис. 1, б) и фигуры в одежде (рис. 2, в) можно выявить зоны взаимодействия одежды с поверхностью тела человека. Так, на рисунке 1 (а) можно видеть зоны напряжённого контакта одежды с фигурой в области груди и спины до линии талии, а также зону спокойного давления в области поясницы сзади и зону свободного контакта в области живота спереди (синей линией отмечен контур сечения фигуры человека, коричневой линией – одетой фигуры).



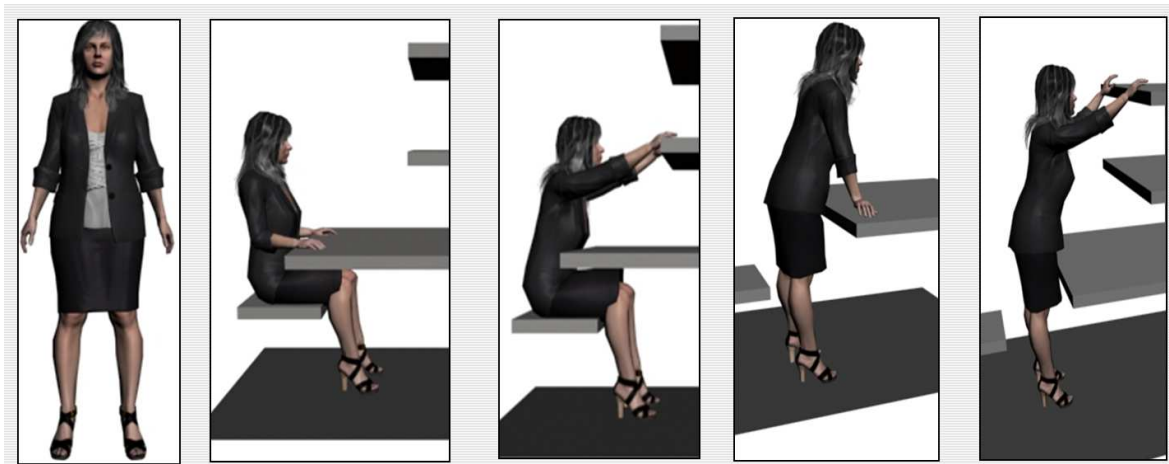
**Рисунок 1 – Совмещение 3D динамических моделей фигуры и фигуры в одежде: а– совмещение сагиттальных сечений через выступающую точку груди, б – 3D модель фигуры, в – 3D модель одетой фигуры**

Таким образом, разработанная система 3D сканирования позволяет моделировать в 3D виртуальной среде движения, характерные для эксплуатации одежды при активной деятельности человека. Технология 3D сканирования обеспечивает возможность оценки как размахов движений отдельных частей тела человека, так и уровня давления в зонах контакта одежды с поверхностью фигуры. Предложена методика корректировки конструктивных параметров одежды в соответствии с эргономическими показателями динамического соответствия с помощью 3D сканирования:

- 1) Формулирование эргономических требований к проектируемой одежде.

- 2) Выявление характерных движений и их диапазона для рассматриваемого рода деятельности.
- 3) Определение участков деталей конструкции, на внешнюю форму которых влияет выполнение характерных движений.
- 4) Выделение перечня размерных характеристик фигуры человека, в большей степени изменяющихся при выполнении характерных движений.
- 5) Проведение антропометрических измерений для выявления динамических эффектов от выполнения характерных движений с помощью 3D сканирования.
- 6) Построение 3D статической модели фигуры человека.
- 7) Построение 3D динамической модели фигуры человека.
- 8) Определение динамических приростов размерных признаков путем сравнения данных 3D сканирования тела человека в статике и динамике.
- 9) Изготовление макетов базовых форм одежды.
- 10) Исследование изменений конструктивных параметров деталей одежды при сравнении 3D динамических моделей одетой и раздетой фигуры, полученных с помощью 3D сканирования.
- 11) Корректировка конструктивных параметров деталей одежды.

Для апробации методики проектирования эргономически удобной бытовой одежды в качестве объекта выбран один из более массовых видов женской бытовой одежды – юбка, выявлены позы, оказывающие наибольшее влияние на изменение размерных признаков фигур в динамике. К бытовым движениям отнесены действия, не связанные с физической нагрузкой. Близкие по характеру движения были объединены в общую позу. Основные движения при выполнении бытовой деятельности отражены на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Характерные движения бытовой деятельности**

В качестве основных бытовых поз выделены: *статичная поза* – человек стоит прямо, без напряжения с привычной осанкой, руки опущены вдоль тела, ноги выпрямлены в коленях и слегка раздвинуты. *Поза сидя*: спина чуть отклонена назад, плечи опущены вниз, грудная клетка расправлена, руки согнуты в локтях под углом 90°, кисти рук в естественном положении, колени согнуты под углом 90°, ступни ног ровно стоят на полу. *Позасидя с поднятыми руками*: корпус тела наклонен вперед под углом 80°-70°, руки подняты вверх под углом 120°, колени согнуты под углом 90°, ступни ног ровно стоят на полу. Анализ характерных поз позволил определить перечень размерных характеристик фигуры, в большей степени изменяющихся при выполнении бытовых движений (табл. 1).

**Таблица 1 – Размерные признаки, изменяющиеся в динамике**

<i>РП</i>	<i>Бытовая одежда</i>
подверженные изменению	<i>T18, T19, T7, T20, T47, T40, T43, T41, T28, T104, T50, T22, T31</i>
активно изменяющиеся	<i>T45, T19, T47, T40, T41, T43, T28</i>

Для изучения влияния изменения размерных признаков в динамике на конструктивные параметры бытовой одежды составлена программа измерений размерных признаков в статике (табл. 2) и динамике (табл. 3).

**Таблица 2 – Программа измерений женских фигур в статике**

№ п/п	Условное обозначение	Описание измерения	Изображение
1	<i>d1</i>	Дуга между наивысшими точками гребня подвздошной кости	<p><i>Пунктирная линия – обозначает измерения фигуры сзади</i></p>
2	<i>d2</i>	Дуга на уровне подъягодичной складки спереди измеряется по поверхности тела	
3	<i>d3</i>	Дуга колена измеряется по поверхности через коленную точку	
4	<i>a1</i>	Длина от линии талии спереди до линии d1, измеряется по поверхности тела	
5	<i>a2</i>	Длина от линии колена до линии бедер по боковой поверхности	
6	<i>d4</i>	Дуга бедра	
7	<i>a3</i>	Длина от линии талии сзади до линии d1, измеряется по поверхности тела	
8	<i>d5</i>	Дуга на уровне подъягодичной складки сзади, измеряется по поверхности тела	
9	<i>a4</i>	Измеряется по поверхности тела от линии талии сзади до линии d5	

В качестве испытуемых выступали женщины в количестве 100 человек, относящихся к группе малых размеров с обхватом груди третьим в диапазоне 88-96 см, обхватом бедер



92-106 см, ростом 164-172 см. Проведена статистическая обработка результатов сканирования женских фигур в статике и динамике в основных выделенных позах, рассчитаны динамические эффекты в соответствии с программой измерений размерных признаков.

**Таблица 3 – Программа измерений фигур в динамике**

№ п/п	Условное обозначение	Описание измерения	Изображение
10	$d1'$	Дуга между наивысшими точками гребня подвздошной кости	
11	$d2'$	Дуга на уровне подъягодичной складки спереди измеряется по поверхности тела	
12	$d3'$	Дуга колена измеряется по поверхности через коленную точку	
13	$d4'$	Дуга бедра	
14	$a1'$	Длина от линии талии спереди до линии $d1$ , измеряется по поверхности тела	
15	$a2'$	Расстояние от линии колена до линии бедер по верхней поверхности	
16	$a2''$	Расстояние от линии колена до линии бедер по нижней поверхности	
17	$a3'$	Длина от линии талии сзади до линии $d1$ , измеряется по поверхности тела	
18	$d5'$	Длина на уровне подъягодичной складки сзади измеряется по поверхности тела	
19	$a4'$	Дуга по поверхности тела от линии талии сзади до линии $d5$	
20	$b1'$	Высота бедра	

В результате проведенного 3Dсканирования женских фигур без одежды и в проектируемой одежде (по методикам МГУДТ, ЕМКОСЭВ, ЦОТШЛ, «Мюллер и сын», Ф. Бурго) установлены значения заданных конструктивных параметров на основе совмещения виртуальных 3Dдинамических моделей.

При проектировании макетов юбок динамические эффекты учитывались следующим образом:

- ❖ Значения прибавки к полуобхвату талии *П18* изменялись в пределах 0,5-1,5 см с интервалом варьирования 0,5 см, при постоянном *П19*, равном 1,5 см по данным анализа моделей-аналогов.
- ❖ Значения прибавки к полуобхвату бедер *П19* изменялись в пределах 0,5-2,0 см с интервалом варьирования 0,5 см, при постоянном *П18*, равном 1,0 см по данным анализа изделий-аналогов.
- ❖ Суммарный раствор вытачек определялся как разность размеров юбки по линиям бедер и талии и распределялся в соответствии с рекомендациями используемых методик конструирования.

Для установления оптимальных параметров конструкции женской юбки, обеспечивающих высокий уровень функционирования системы «Человек-Одежда в динамике», использован полный факторный эксперимент, отражающий совокупность нескольких измерений, удовлетворяющих следующим условиям: количество измерений составляет  $2n$ , где  $n$  – количество факторов; каждый фактор принимает только два значения – верхнее и нижнее; в процессе измерения верхние и нижние значения факторов комбинируются во всех возможных сочетаниях. Преимуществами полного факторного эксперимента являются: простота решения системы уравнений оценивания параметров; статистическая избыточность количества измерений, которая уменьшает влияние погрешностей отдельных измерений на оценку параметров.

В качестве параметров оптимизации использованы следующие показатели динамического соответствия: степень перемещения низа изделия, размах движений бедер одетого человека в положении приседания, величины проекционных зазоров на участках поверхности фигуры человека в области бедер и талии, в результате чего установлены оптимальные величины и характер распределения основных конструктивных прибавок для базовой конструкции юбки (табл. 4).

**Таблица 4 – Оптимальные величины основных конструктивных параметров для базовой конструкции юбки**

№ п/п	Участок	Рекомендуемый диапазон прибавок	% распределение
<i>Уровень талии</i>			
1	Фронтальная поверхность	0,4-1,5	10-15
2	Боковая поверхность		70
3	Задняя поверхность		20-25
<i>Уровень бедер</i>			
1	Фронтальная поверхность	1,15-2,8	30-35
2	Боковая поверхность		15-25
3	Задняя поверхность		45-50

Таким образом, важнейшим вопросом при создании рациональной конструкции одежды любого назначения, наряду с методами конструирования разверток деталей, является и вопрос определения прибавок на свободу. Исследование фигур потребителей в динамикенеобходимо для обоснованного выбора конструктивных прибавок для обеспечения высоких эргономических характеристик проектируемой одежды.

В ходе работ установлено, что использование системы 3D сканирования обеспечивает достоверное построение и отображение внешней антропометрической формы фигуры, а, следовательно, и точное определение любых размерных признаков тела человека. Кроме того, возможность совмещения координат точек 3D моделей фигур и фигур в одежде способствует правильному определению значению прибавок на свободное облегание. В соответствии с описанным алгоритмом реализации предложенной методики корректировки конструктивных параметров одежды по эргономическим показателям динамического соответствия формируется база данных варьирования различных конструктивных параметров изделий в зависимости от выбранного назначения изделия и характера прогнозируемой динамики при эксплуатации одежды. База данных варьирования конструктивных параметров деталей одежды в динамике может быть использована в САПР для выбора оптимальные сочетания конструктивных параметров, обеспечивающих наилучшее статическое и динамическое соответствие системы «Человек-Одежда».

### Список литературы

1. Андреева Е.Г., Петросова И.А., Бояров М.С. Проектирование внешней формы мужской одежды на основе трехмерного сканирования // Швейная промышленность. – 2013. - № 2. – С. 33-36.
2. Ду Цзинь Сун, Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Разработка манекенов для конструирования одежды // Дизайн и технология №40(82). – М.: МГУДТ, 2014.
3. 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.
4. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. – М.: Логос, 2001. – 356с.
5. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Ду Цзинь Сун Разработка метода оценки конструктивных решений одежды с помощью трехмерного сканирования // Дизайн и технология №39(81). – М.: МГУДТ, 2014.

**Рецензенты:**



Костылева В.В., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой "Художественное моделирование, конструирование и технология изделий из кожи" ФГБОУ ВПО МГУДТ, г. Москва.

Золотцева Л.В., д.т.н., профессор кафедры "Художественное моделирование, конструирование и технология швейных изделий" ФГБОУ ВПО МГУДТ, г. Москва.