

# ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ НА ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАЗВИТИЯ СИНДРОМОВ КАРПАЛЬНОГО ТУННЕЛЯ И БОКОВОГО ЭПИКОНДИЛИТА

*Коваль С.Р.<sup>1</sup>, Вехтер Е.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ТПУ ИШИТР ОАР, 8Д11, e-mail: srk10@tpu.ru

<sup>2</sup>ТПУ ИШИТР ОАР, доцент, к.п.н. e-mail: vehter@tpu.ru

## Аннотация

Исследование направлено на оценку влияния формы объектов, и предотвращение синдромов карпального туннеля и бокового эпикондилита. Рассматриваются эргономические аспекты дизайна мышки и предлагаются решения для уменьшения давления на руки при работе за компьютером.

**Ключевые слова:** форма, дизайн компьютерной мышки, эргономика, влияние, антропометрия.

## Введение

В современном мире, где высокая степень автоматизации и информатизации проникает во все сферы человеческой деятельности, комфорт при работе за компьютером становится неотъемлемой частью успешного выполнения трудовых функций.

Синдром карпального туннеля и боковой эпикондилит – это распространенные медицинские проблемы, связанные с долгосрочным или неправильным расположением рук при взаимодействии с различными объектами. Эти синдромы могут вызвать болевые ощущения, ограничить функциональность человека. Цель работы заключалась в исследовании влияния эргономичности формы и конструкции различных объектов и устройств на снижение риска развития синдромов, что является важным для здоровья человека и способствует созданию комфортных и безопасных условий труда.

## Основная часть

Синдром карпального туннеля (СКТ) – неврологическое расстройство, характеризующееся длительными болями и онемением в пальцах кисти. Это обусловлено сдавливанием срединного нерва между костями, поперечной кистевой связкой и сухожилиями мышц предплечья, проходящими к кисти в канале запястья [1]. СКТ может развиваться у людей, работающих за компьютерами, из-за ряда факторов, связанных с их рабочей средой: монотонные движения, поза и положение рук, длительное время в одной позе, неправильная эргономика рабочего места. Согласно отчету Центра по контролю за заболеваниями в США, от синдрома карпального туннеля (СКТ) страдают от 3 до 6 % взрослого населения этой страны. В своем исследовании A. Dale выявил признаки компрессии срединного нерва у 8 % трудоспособного населения США [2].

Синдром бокового эпикондилита (СБЭ) – также известный как локтевой эпикондилит, это состояние, характеризующееся повреждением сухожилий в области локтевого сустава, сопровождаемое острой болью. Этот процесс ведет к нарушению движения в локтевом суставе, ограничивая способность человека выполнять сгибание и разгибание руки, что также приводит к ограничению подвижности кисти. Причиной эпикондилита считается длительное и повторяющееся перенапряжение мышц предплечья [3]. СБЭ может также развиваться у людей, работающих за компьютерами из-за: использование не эргономичных объектов, повторяющихся движений, неправильной позы, недостаточного разнообразия движений, неправильной эргономики рабочего места, давления на локоть. Общая статистика распространенности эпикондилита составляет от 10 до 15 % [4].

Эргономическое формообразование объектов – это подход к проектированию и созданию предметов, ориентированный на обеспечение максимального комфорта, безопасности и эффективности в использовании [5]. Оно принимает во внимание физиологические, психологические и антропометрические особенности человека, а также контекст использования. В данном контексте, эргономическое формообразование объектов играет важную роль в предотвращении развития различных синдромов, которые могут возникать вследствие неправильной нагрузки на тело в процессе работы в соответствии с рис. 1.

На основе изученных материалов такие как научная литература и проведенный обзор аналогов были сформулированы первичные требования к форме объектов, направленные на предотвращение синдромов:

1. Антропометрическая форма. Объекты должны иметь форму, которая соответствует естественным контурам и анатомии рук и запястья человека, минимизируя искривление и напряжение в суставах.

Клавиатуры. Клавиши должны иметь удобную форму с небольшим изгибом, чтобы соответствовать естественной форме пальцев. Оптимальное расположение клавиш должно минимизировать необходимость амплитудных движений рук. Корпус клавиатуры должна иметь небольшой уклон или изгиб, чтобы поддерживать естественное положение рук.

Мыши. Корпус мыши должен быть эргономичным, с учетом естественной кривизны руки, уменьшая напряжение на запястье и предплечье. Кнопки мыши должны быть легкими для нажатия, а колесо прокрутки должно иметь комфортную текстуру и сопротивление. Мышка должна быть достаточно большой, чтобы обеспечивать поддержку всей ладони, и иметь форму, соответствующую естественной форме руки.

Подставки для запястья. Подставка для запястья должна иметь форму, соответствующую естественной кривизне запястья, и обеспечивать поддержку вдоль всей его длины. Использование мягких материалов на подушках для запястья способствует амортизации и снижению давления.

Регулируемые подставки. Подставки с регулировкой высоты должны иметь интуитивные механизмы регулировки для настройки высоты в соответствии с индивидуальными предпочтениями пользователя. Возможность регулировки наклона позволяет пользователю настроить угол наклона для оптимального положения рук и запястья.

2. Поддержка запястья и руки. Форма объектов, таких как клавиатуры и мыши, должна обеспечивать эффективную поддержку для запястья и руки, уменьшая нагрузку на сочленения и предотвращая избыточное давление на мягкие ткани.

3. Регулируемость. Возможность регулировки высоты, наклона и других параметров объектов позволяет пользователям настраивать их под свои индивидуальные потребности и предпочтения.

4. Амортизация и мягкие материалы. Использование амортизирующих и мягких материалов в ключевых зонах контакта помогает снизить давление и предотвращает возможные травмы.

5. Стабильность и антискользящая поверхность. Объекты должны иметь устойчивую конструкцию и антискользящую поверхность, чтобы предотвращать смещение в процессе использования и обеспечивать стабильное положение рук.

6. Минимизация повторяющихся движений. Форма объектов должна способствовать минимизации повторяющихся движений, которые могут привести к перенапряжению и травмам.

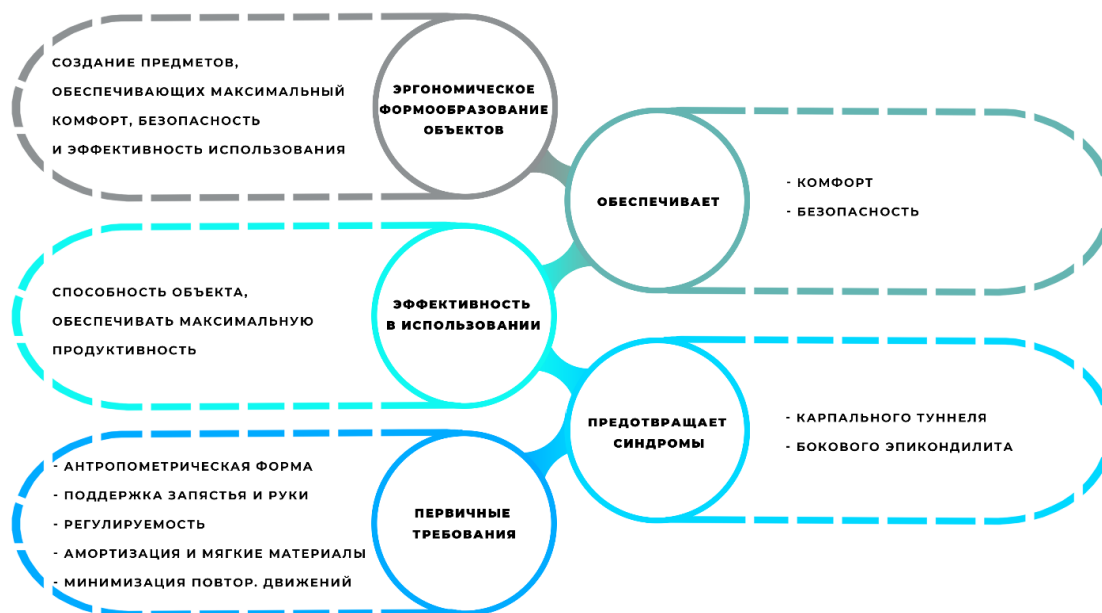


Рис. 1. Схема эргономического формообразования объектов

## Результаты

Так были сформированы и проиллюстрированы в виде схемы в соответствии с рис. 2 эргономические решения для возможного предотвращения синдромов:

1. Клавиатуры с разделенными клавишами и низким профилем позволяют рукам находиться в естественном положении, снижая нагрузку на запястья и предотвращая избыточное изгибание. Также клавиши на клавиатуре должны иметь выгнутую форму соответствовать естественной форме кончиков пальцев. Сами клавиши должны располагаться вертикально и иметь низкий профиль это позволит рукам находиться в более естественном вертикальном положении, снижая нагрузку на суставы и предплечья. Корпус клавиатуры с регулируемым наклоном позволяют настроить угол наклона для создания оптимального положения для рук.

2. Мышь должна повторять анатомическую форму кисти так она будет поддерживать нейтральное и естественное положение запястья и локтевого сустава, помогают снизить нагрузку. Мышка должна иметь естественную кривизну, которая соответствует форме руки в покое. Это позволяет руке оставаться в естественном и расслабленном положении. Так же должна присутствовать подставка для большого пальца предотвращают наклон запястья внутрь и уменьшают давление на руки. Желательно использовать мыши с дополнительными кнопками они могут распределить функциональность между руками, снижая монотонность движений и нагрузку на одну сторону.

3. Подушка с амортизацией, обеспечивает комфортное и мягкое опорное положение для запястья. Это снижает давление на суставы и предотвращает избыточное нажатие на мягкие ткани. Подушка должна иметь размер и форму, соответствующие анатомии руки и запястья, чтобы обеспечить оптимальную поддержку и предотвратить изгибание и искривление.

4. Регулируемая подставка должна позволять изменять наклон в зависимости от индивидуальных предпочтений. Это позволяет настроить угол наклона так, чтобы рука и запястье оставались в нейтральном положении. Возможность регулировки высоты позволяет пользователям настраивать подставку так, чтобы уровень клавиатуры или мыши соответствовал их натуральному положению руки, что снижает нагрузку на суставы. Регулируемая подставка может включать дополнительную поддержку для предплечья, что способствует уменьшению напряжения и снижению риска бокового эпикондилита. Поверхность подставки должна быть антискользящей, чтобы предотвратить смещение и обеспечить стабильное положение руки и запястья. Форма подставки должна быть равномерной и обеспечивать поддержку всей длины запястья. Она может иметь небольшой изгиб, чтобы адаптироваться к анатомии запястья.

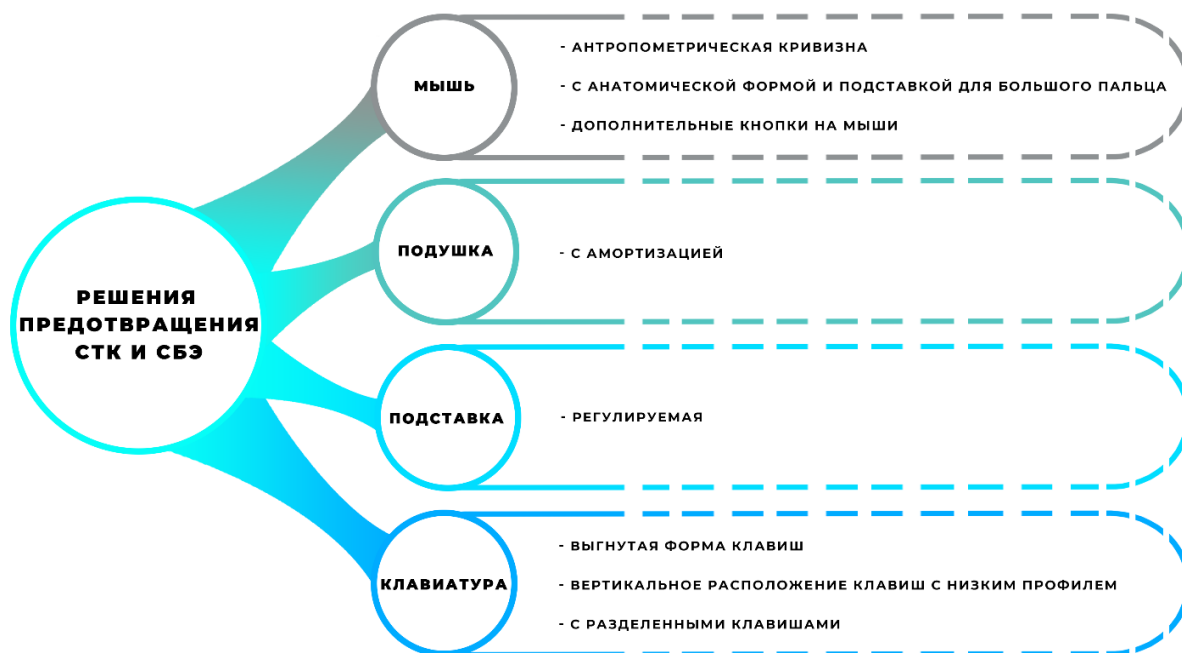


Рис. 2. Эргономические решения для предотвращения СТК и СБЭ схема

Форма объектов должна быть спроектирована с учетом предложенных требований. Это способствует минимизации риска развития синдромов и обеспечит максимальный комфорт для пользователя.

### **Заключение**

Исследование демонстрирует, что учет эргономических принципов и предложенных критериев при проектировании может помочь снизить нагрузку на суставы и предотвратить долгосрочные негативные последствия. Эргономические решения снижают нагрузку на суставы и мышцы, уменьшая вероятность развития синдромов. Правильное формообразование объектов способствует улучшению общего комфорта за рабочим местом, что повышает производительность.

В ходе проведенного исследования было рассмотрено влияние эргономического формообразования объектов на комфорт пользователей, в контексте предотвращения развития синдромов карпального туннеля и бокового эпикондилита. Одним из ключевых аспектов исследования стало выявление и составление критериев для будущего проектирования, способствующих созданию эргономичных объектов, адаптированных к естественному положению человеческого тела.

### **Список использованных источников**

1. Нажмудинов Р.З. Прогностическая значимость клинико-электрофизиологических предикторов эффективности консервативной терапии синдрома карпального канала: учебник. – Санкт-Петербург: Российская национальная библиотека (РНБ), 2022. – 25 с.
2. Байтингер А.В., Черданцев Д.В. Синдром карпального канала: современное состояние вопроса // Научная статья. – АНО «НИИ микрохирургии». – 2018. – С. 12–18.
3. Лейдерман Е.Л. Диагностика и физиотерапевтическое лечение болевого синдрома при плечевом эпикондилите : дис. ... канд. мед. наук: 14.00.13: защищена 2008: утв. 2008. – Санкт-Петербург, 2008. – 24 с.
4. Туннельный синдром запястья// Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова СПбГУ: сайт. – 2024. – URL: <https://www.gosmed.ru/lechebnaya-deyatelnost/spravochnik-zabolevaniy/travmatologiya-bolezny/tunnelnyy-sindrom-zapyastya/>
5. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики: учебник. – Москва: Логос, 2001. – 356 с.