

Научно-исследовательская работа.  
Изобретательство.

КОМПЛЕКС ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ  
ПЛОСКОСТОПИЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ В ВИДЕ ИГРЫ С  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ МОТИВАЦИЕЙ

*Выполнил:*

***Каширских Максим Егорович***

*учащийся 6Б класса*

*МБОУ Лицей №23, Россия, г. Кемерово*

*Руководитель:*

***Гараничева Светлана Викторовна***

*Учитель информатики*

*МБОУ Лицей №23, Россия, г. Кемерово*

2022г.

**Содержание.**

1. Введение.
2. Варианты решения проблемы плоскостопия у подростков.
3. Создание модели тренажера.
4. Результаты испытания тренажера.
5. Дальнейшее развитие проекта.
6. Заключение.
7. Список литературы.
8. Приложение 1. Презентация проекта.
9. Приложение 2. Заключение ортопедов.
10. Приложение 3. Комплекс упражнений реабилитолога Анны Борисовой.
11. Приложение 4. Фотографии тренажера.

## **1. Введение.**

Сегодня все чаще люди сталкиваются с проблемой плоскостопия. В нашей семье у двоих из детей есть эта проблема приобретенного характера, в моем классе 16 человек из 26 имеют диагноз плоскостопия разной степени. Многие ученые называют этот недуг «эпидемией» 21 века, по данным Всемирной Организации Здравоохранения жители разных стран подвержены этому заболеванию от 40 до 80% населения. По данным РНИМУ (Российского Национального Исследовательского Медицинского Института) им. Пирогова от 40 до 60% населения России подвержены плоскостопию. Из них, женщин в 4 раза больше, чем мужчин. Подтверждают эту статистику и данные РОСЗДРАВА: - к двум годам у 24% детей наблюдается первые признаки плоскостопия, - к четырем годам — у 32%, - к шести годам — у 40%, - к двенадцати годам – 50% (каждому второму подростку ставят диагноз плоскостопие), - к двадцати годам – 60%.

Плоскостопие на разных стадиях может являться причиной развития следующих патологий: возникновение натоптышей, пяточных шпор, невромы Мортон, дегенеративно-дистрофические изменений в суставах, в результате чего возникает артроз тазобедренных и коленных суставов, а также сколиоз,

радикулит, остеохондроз, грыжи межпозвоночных дисков. Данные заболевания легче предотвратить, чем лечить их. Для этого надо посмотреть в «корень» заболевания и выявить его причины.

Плоскостопие – это такого рода деформация области стопы, при которой понижению подлежат ее своды, в результате чего происходит полная утрата свойственных им амортизирующих и рессорных функций.

Плоскостопие, симптомы которого заключаются в таких основных проявлениях, как боль в области икроножных мышц и ощущение скованности в них, повышенная утомляемость при ходьбе и длительном стоянии, усиление болевых ощущений в ногах к завершению дня и пр., является самым распространенным заболеванием, поражающим стопы.

По материалам медицинских сайтов и по словам ортопеда из детской поликлиники №3 Центрального района г.Кемерово, а также ортопеда - мануального терапевта из Центра мануальной терапии А.С. Филонова причинами плоскостопия у детей и подростков могут быть:

1. Врожденное плоскостопие - около 5% всех случаев
2. Избыточный вес
3. Чрезмерные физические нагрузки
4. Ослабленность связок и мышц стоп из-за отсутствия соответствующих нагрузок
5. Гормональные изменения
6. Недостаток витамина D
7. Перелом костей

Различают два вида плоскостопия:

1. Продольное плоскостопие:

Процесс формирования продольного плоскостопия заключается в опущении стопы по ее длине, вследствие чего она полностью соприкасается с полом своим внутренним краем. Основной признак такого вида – косолапость.

Различают три стадии данной формы болезни:1) При первой степени

отсутствует видимая деформация стопы. Симптомы первой степени только субъективные – чрезмерная утомляемость ног, отеки по вечерам, болевые ощущения при надавливании на ногу; 2) При второй степени начинается постепенное сглаживание свода стопы. Симптоматика становится более выраженной. Болевые ощущения усиливаются, распространяются на голень и подколенную ямку. Изменяется походка; 3) Третья степень характеризуется полным уплощением свода. Боли становятся очень сильными, появляется дискомфорт в пояснице, головная боль. Ноги постоянно отекают. Наблюдается повышенная утомляемость при ходьбе. Ходение в обычной обуви становится невозможным. Чаще наблюдается у детей и молодых людей.

## 2. Поперечное плоскостопие:

При таком виде плоскостопия происходит расхождение костей, формирующих поперечный свод стопы. В результате длина ее уменьшается. Основным признаком является отклонение в стороны и деформация пальцев ноги. Процесс формирования плоскостопия также проходит в три этапа: 1) Первая степень характеризуется незначительными изменениями. Большой палец стопы отклоняется не более чем на  $20^\circ$  от физиологического положения. На остальных пальцах образуются натоптыши. Длительная физическая нагрузка приводит к появлению болей в стопе; 2) При второй степени наблюдаются умеренные изменения. Большой палец отклоняется на  $35^\circ$  от нормы. Даже небольшие нагрузки приводят к появлению болевых ощущений. Пальцы становятся распластанными и полностью покрыты натоптышами; 3) При третьей степени большой палец значительно отклонен, остальные сильно распластаны. Значительно изменяется форма подошвы. Боли становятся постоянными, часто развиваются бурситы и артриты. Характерно для людей среднего возраста женского пола, особенно страдают женщины, предпочитающие обувь на высоких каблуках.

Диагноз плоскостопие можно определить при осмотре и обязательном рентгеновском исследовании стоп. Диагностика делается на основании визуального осмотра и беседы с пациентом о беспокоящих его симптомах. Но подтверждается диагноз только после инструментального обследования. Проводятся компьютерная диагностика стоп, подометрия и рентгенография. Чтобы поставить диагноз, учитывают, насколько правильно (согласно анатомическим критериям) располагаются ориентиры стопы и сустава между ней и голенью. Какой объем движений возможен в суставах, каковы имеющиеся отклонения по величине углов, образованных ими. Еще учитываются такие особенности, как реагирование мышечных волокон и свода стопы на оказываемые нагрузки, вид изношенной обуви и варианты изменения походки.

## **2. Варианты решения проблемы плоскостопия у подростков.**

Врачи отмечают различный подход в лечении плоскостопия.

### **1. Оперативное лечение**

В сильно запущенных случаях оперативным способом можно исправить поперечное плоскостопие. Однократное вмешательство навсегда устраняет деформацию стопы. Именно, при помощи операции, возможно, полностью восстановить правильное анатомическое взаиморасположение костей стопы, правильную работу мышц и связок. После проведения оперативного лечения пациенту не нужны костыли, уже давно не используются гипсовые повязки. Металлофиксаторы (титановые винты), использующиеся во время операции, удалять не надо. Организм человека их не «видит» и они ни как себя не проявляют. Пациент находится в стационаре около суток, после чего возможно дальнейшее нахождение дома. Пациенту разрешено сразу передвигаться с

ограничением нагрузки на передний отдел стопы. Полная нагрузка разрешена через 4 недели.

## 2. Консервативное лечение плоскостопия

Данный вид лечения подходит для продольного плоскостопия, так как ребёнок рождается с «плоской» стопой. Формирование свода стопы происходит одновременно с формированием костно-мышечной системы в течение длительного периода: окончательное формирование стопы заканчивается к примерно 17-ти годам, когда «закрываются» последние зоны роста (участки, за счёт которых происходит рост кости).

Именно поэтому у детей раннего возраста диагноз плоскостопие не корректен: если у ребёнка отёк стопы, снижен свод, стопа «заваливается» внутрь, стаптывается изнутри обувь-это плоско-вальгусная стопа. Перейдёт или нет это состояние в плоскостопие зависит от многих факторов, но создать предпосылки для правильного развития стопы необходимо для избежания проблем в более старшем возрасте, - профилактика более оправдана, чем лечение.

Использование ортопедической обуви и стелек сейчас очень оспаривается медиками и показано при крайних запущенных случаях. Недостаток ортопедической обуви в отсутствии учёта индивидуальных особенностей стопы и как результат «неудобство» в использовании. Высокая стоимость: на сезон необходимо минимум две пары стоимостью от десяти тысяч рублей.

Десятилетиями плоскостопие профилактируют и лечат методами массажа, ЛФК и физиолечения. Современные исследования показывают, что нужна систематическая гимнастика для стопы - более правильная и нацеленная на определенные мышцы с усилением. Соответствующие

упражнения тренируют конкретные мышцы стопы и дают максимальный эффект.

Консервативно изменить форму стопы невозможно, только уменьшить вальгусное заваливание вовнутрь. Но уменьшить боли в стопе, ногах, пояснице, укрепить мышцы ног и приучить стопу к правильному положению возможно. Главное условие - это регулярность и длительность тренировок.

Ортопед и тренер ЛФК из Центра Филонова и ортопед из детской поликлиники №3 Центрального района г.Кемерово сходятся во мнении, что тренировки будут регулярными и эффективными, если заниматься каждый день по 20-30 мин с редкими исключениями.

Мой собственный диагноз - плоскостопие третьей степени, мне 12 лет, вес 53 кг, рост 170см . Решать эту проблему начали два года назад. Я носил специальную обувь, сделанные на заказ стельки, делал специальные упражнения с тренером и самостоятельно с фитнес- резинками и стоя на фитнес-диске по 20 минут в день ежедневно. В результате полутора лет таких занятий я отказался от ортопедической обуви - она очень неудобная и трудно подобрать подходящую, тем более, нога быстро растет. Боли в ногах не стало совсем, хотя и беспокоило это раньше не сильно. В сравнении с катанием бутылок и шариков, занятие с резинками специальными упражнениями намного ощутимее нагружают стопу. Большой минус в том, что ребенку - 5-12 лет такие упражнения надо делать под надзором взрослого и понимающего человека, чтобы соблюсти правильность выполнения, положение стопы и регулярность. За это время эти занятия так и не превратились в привычку, это трудоемко, неприятно и нудно. Для себя и сестры я придумал такой тренажер, который, надеюсь, решит проблему регулярности и правильности занятий.

### **3. Создание модели тренажера.**

Для начала определяю необходимые функции тренажера:

- тренирует мышцы стопы у детей и подростков,
- мотивирует на регулярное выполнение тренировок,
- отслеживает правильность выполнения упражнений,
- контролирует режим тренировок и отправляет отчет родителям,
- является устройством ввода для лиц с ограниченными возможностями.

Суть модели в том, чтобы ногами выполнять верные упражнения на тренажере, подключенном к ПК, одновременно ногами же воздействовать на кнопки компьютера, положение устройств на тренажере не позволяет делать упражнения неправильно, а датчики на тренажере контролируют режим и усилия при тренировках, затем эти данные отправляются отчетом на смартфон родителя.

#### **Техническое оснащение:**

1. Клавиатура офисная DC1101C - удобство в том, что не надо устанавливать драйвера, стандартный размер, легко заменяема.
2. Офисная компьютерная мышь K-504BU - не надо устанавливать драйвера, стандартный размер, легко заменяема.
3. Микроконтроллер ARDUINO pro micro - маленькие размеры, работа со средой ARDUINO, возможность подключать внешние устройства.
4. Тензодатчик на 20кг - низкая стоимость, больше нагрузки не требуется, маленький размер.

Питание осуществляется от компьютера через USB-кабель.



Проанализировав необходимые функции тренажера, обозначаю 4 алгоритма работы:

### 1. ПРОСТОЙ:

- компьютер и тренажер включается
- можно запустить любое видео
- начать выполнять ногами упражнения
- ранее программе тренажера даны права администратора
- если устройства тренажера не нажимаются в нужной

последовательности и с нужным периодом в течение 20 мин, то компьютер отключается

- чтобы пользоваться компьютером в обычном режиме, необходимо выполнить упражнение правильно и полностью

- погрешности и допущения предусмотреть в программе тренажера.

### 2. ИГРОВОЙ

- перенастраиваем кнопки в настройках любой программы или игре под тренажер, также как управляем настройкой мыши или кнопками игрового руля

- обычную клавиатуру и мышь можно убрать совсем

- играем в любую игру, используя не клавиатуру и мышь или джойстик, а тренажер и управляем им ногами, одновременно выполняя правильные упражнения

- в этом случае время на упражнение нужно увеличить, это можно предусмотреть в программе тренажера

### 3. С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

- включаем компьютер и тренажер

- убираем обычную клавиатуру и мышь

- запускаем встроенную игровую программу, разработанную специально для тренажера

- играем отведенное время
- в специальной игре смысл движения пальцами ног и стопы совпадает с видимым образом на экране, например, нажатие стопой вперед - движение героя вперед, собрали пальцы к стопе - герой присел и т.п. В этом случае происходит более эффективное выполнение упражнений и задействуется привычка мозга, этот эффект используют в реабилитационных клиниках после травм в таких же игровых программах для тренировки различных мышц спины, шеи, рук и ног.
- тренажер позволяет регулировать величину отклика на воздействие, чтобы по мере укрепления мышц необходимое приложенное усилие увеличивалось.

#### 4. ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ (ОВЗ)

- особый вариант тренажера с упрощенной клавиатурой подключаем к ПК
- пользуемся всеми возможностями ПК, управляя ногами удобными большими кнопками, мышью и рычагами тренажера.

В первых трех алгоритмах, когда тренажер служит для профилактики и лечения плоскостопия у детей и подростков, данные о тренировке (время, продолжительность, усилие) записываются в файл и отправляются на аккаунт родителю. Это позволяет проконтролировать качество и регулярность тренировки, увидеть, какие именно упражнения даются сложнее, отрегулировать усилия на определенных рычагах.

#### **4. Результаты испытания тренажера.**

Лабораторный образец выполнен из фанеры, пенопласта, клавиатуры, мыши, специального подпружиненного болта для изменяющегося усилия

кнопки, пружин растяжения и болтов. На лабораторном образце реализован 3 алгоритм - Игра с Обратной связью:

- кнопка с изменяющимся усилием с движением обратной связи на экране для давления стопы или большого пальца

- собирательное движение для пальцев и стопы с обратной связью на экране

- педаль для качающих движений в двух направлениях с усилием

- разворот для одинаковой работы ног

- простая игра с соответствующими движениями

- получено одобрение двух ортопедов, внесены коррективы.

Заключения ортопедов находятся в Приложении 2.

Предварительная игра выполнена в бесплатном Google ресурсе Construct

3. Движение персонажа отображает обратную связь, соответствующую движениям стопы.

Я проводил тренировку на лабораторном образце в течение двух недель, одновременно корректировал натяжение пружин под нужную нагрузку. Упражнения на тренажере выполнять проще, потому что мозг отвлекается на игру и движения ногами выполнять не так скучно.

Первые выводы:

1. Если два ребенка в семье должны заниматься на тренажере, то нужно вручную корректировать некоторые усилия нажатия.
2. Нужны несколько вариантов встроенных специально разработанных игр для детей разного возраста и интересов.

## **5. Дальнейшее развитие проекта**

В лабораторном образце будут реализованы:

- 1) дополнительные кнопки для попеременного нажатия пальцами,
- 2) добавлены тензодатчики и Arduino для отчета,

- 3) создана программа для выключения ПК при невыполнении упражнений,
- 4) все устройства будут обеспечены обратной связью,
- 5) выполнена удобная корректировка усилия нажатия,
- 6) разработаны несколько вариантов встроенных игр с обратной связью для разного возраста детей,
- 7) разработан эргономичный дизайн.

Для лиц с ограниченными возможностями должен быть разработан особый вариант устройства, в котором будут добавлены дополнительные кнопки для замены клавиатуры и усилия нажатия минимизированы.

## **6. Заключение.**

Данный комплекс тренажеров поможет правильно выполнять упражнения для профилактики и лечения плоскостопия, создаст отчет о регулярности и усилиях тренировки, а главное, поможет смотивировать детей и подростков на регулярные занятия. Но заменить полностью физические нагрузки и тренировки стопы не сможет. К ежедневным занятиям на тренажере необходимо добавить еженедельные занятия в положении стоя, примерный общий план упражнений дан в Приложении 3, разработанный Анной Борисовой, тренером - реабилитологом.

## **7. Список литературы.**

1. Большая книга эксперимента для школьников – М.: Росмен, 2001
2. Валик В.В. Школа семейной физкультуры - М.: Педагогика, Велитченко В.К.
3. Корнилов Н.В. Ортопедия. – СПб.: Гиппократ, 2001.
4. <https://kidfoot.ru/blogs/blog/ploskostopiyu-net>
5. <https://vawilon.ru/statistika-ploskostopija/#posledstviya-ploskostopiya>.

## 8. Приложение 1. Презентация проекта.

### Цели и задачи проекта

**Гипотеза** Лечение и профилактика плоскостопия с помощью данного устройства будут более эффективны.

**Цель** Разработать тренажер в виде устройства ввода для людей с плоскостопием или с ограниченными возможностями

**Задачи**

- TRL1 Изучить способы лечения плоскостопия, аналоги и разработать концепцию
- TRL2 Разработать концепт и алгоритм работы устройства
- TRL3 Разработать модель прототипа устройства
- TRL4 Разработать лабораторный прототип устройства

**Авторы:** Кашарский Максим, 6 класс  
**Научный руководитель:** Гараничева Светлана Викторовна  
 Кемерово

### Проблема

По данным РНИМУ и РОСДРАВА в России более 70% людей имеют различные типы плоскостопия.

В последние годы количество подростков с развивающимся плоскостопием резко увеличилось из-за малоподвижного образа жизни, неподходящей обуви и т.п.

Низкая мотивация для регулярных тренировок.

**Следствие плоскостопия:**

- Быстрое утомление при ходьбе,
- Боли в ногах и пояснице,
- артроз, сколиоз, варикоз.

---

### TRL1: ИДЕЯ

**Необходимые функции тренажёра:**

- тренирует мышцы стопы у детей и подростков
- мотивирует на регулярное выполнение тренировок
- отслеживает правильность выполнения упражнений
- контролирует режим тренировок и отправляет отчёт родителям
- является устройством ввода для лиц с ограниченными возможностями

### TRL2: Алгоритм работы

**Подключаем тренажер к ПК**

- 1 вариант** Программируем клавиатуру ПК, если человек не может использовать клавиатуру из-за нарушения подвижности кистей и в течение 25 мин.
- 2 вариант** Перенастроим кнопку в любой игре под клавишу, используемую в тренажере.
- 3 вариант** Выключим одну из разработанных нами простых игр.
- 4 вариант** Из особого варианта тренажера исключим упрощенную клавиатуру и управление мышью.

Игра, правильно выполненная упражнения и выиграно обязательная связь на экране.

Используем ПК по желанию, одновременно выполняем упражнения ногам.

Используем любую игру, подключаем кабель на экран.

Игра, правильно выполненная упражнения и выиграно обязательная связь на экране.

Тренажер записывает данные о тренировке и отправляет их в аккаунт родителям.

\* Рядом со данными можно комментировать.

### TRL3: Техническое оснащение

- Офисная клавиатура DC1101C**
  - + не надо устанавливать драйвера
  - + стандартный размер
- Офисная компьютерная мышь K-5048U**
  - + не надо устанавливать драйвера
  - + стандартный размер
- Микроконтроллер Arduino pro micro**
  - + Размеры
  - + Работа со средой Arduino
  - + Возможность подключать как внешнее устройство
- Тензодатчик на 20кг**
  - + больше нагрузки не надо
  - + размеры

---

### TRL3: Результаты

**На лабораторном образце реализовано:**

- кнопка с изменяющимся усилием с движением обратной связи на экране для давления стопы или большого пальца
- собирательное движение для пальцев и стопы с обратной связью на экране
- педаль для качающих движений в двух направлениях с усилием
- разворот для одинаковой работы ног
- простая игра с соответствующими движениями
- получено одобрение двух ортопедов, внесены коррективы.

### Пример прохождения разработанной игры на тренажёре

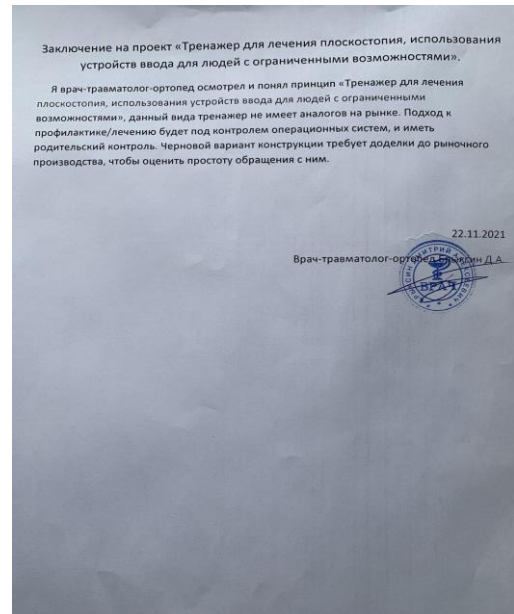
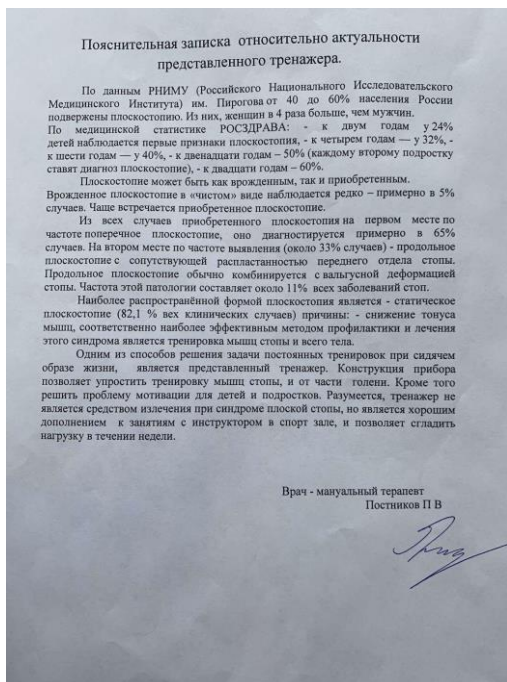
На уровне TRL 5-6 планируется:

**1. В лабораторном образце:**

- добавить кнопки для попеременного нажатия пальцами
- все устройства обеспечить обратной связью на экране
- добавить тензодатчики и связать с Arduino для отчета
- создать программу для выключения компьютера
- разработать эргономичный дизайн устройства

**2. Создать особый вариант устройства для лиц с ОВ**

## 9. Приложение 2. Заключение ортопедов.



## 10. Приложение 3. Комплекс упражнений Анны Борисовой, тренера-реабилитолога, тренера по легкой атлетике (РГУФКСМИТ)

1. Исходное положение сидя на стуле. Поворот стопы вовнутрь, можно делать обеими стопами, одна стопа давит на другую в течении 3 сек. 5 — 10 повторов, по 2-3 подхода.

**Важно!** Колено остается неподвижным, движение выполняет стопа. Следующий этап тренировки задней большеберцовой мышцы — это упражнение с резиновым жгутом.



2. Исходное положение сидя. Нужно сделать петлю, закрепить ее, накинуть на стопу и выполнять изолированное движение стопой. При этом движении максимально сокращается задняя большеберцовая мышца. 10-15 повторов по 3-4 подхода.



3. Исходное положение сидя. Для выполнения этого упражнения задействуйте вторую ногу. Как только почувствовали усталость, прекращайте выполнять упражнение, помните, что тренируете ослабленную мышцу. 8-12 повторов на каждую ногу по 3-4 подхода.



4. Упражнения с резиновым жгутом сидя на стуле. Выполнять в медленном темпе, избегать резких движений. Самое главное при этом не двигать коленом. 8-12 повторов на каждую ногу по 3-4 подхода.



5. Исходное положение стоя на ступе, ступеньке. Стопу ставьте таким образом, чтобы она стояла на краю. Опускаете внутренний свод вниз и поднимаете его вверх. Это упражнение нужно делать только после того, как вы с легкостью начали выполнять первые два. Сразу его выполнять нельзя, потому что можно травмировать мышцу, т.к. она еще не готова к такой нагрузке. 10-12 повторов 2-3 подхода на каждую ногу.

**Важно!** При выполнении этих упражнений нужно следить за техникой, темпом и амплитудой движения. Нужно помнить, что вы тренируете ослабленную мышцу, которая очень долго у вас «не работала». Если вы почувствовали боль, дискомфорт нужно прекратить это упражнение.

## 11. Приложение 4. Фотографии тренажера.







