

Кинематический расчёт шагающего механизма (отработан грант УМНИК, заявка на грант СТАРТ-1)





Кинематический расчёт шагающего механизма

Видеоролик

<https://youtu.be/ehMjOSe83tg>

Первые 30 секунд

Скворцова Анастасия Андреевна

моб. тел. 8-977-810-92-05, saa2509@mail.ru

Московский авиационный институт (НИУ),
5 курс, институт «Робототехнические и
интеллектуальные системы»,
специальность «Приводы системы управления
летательными аппаратами»

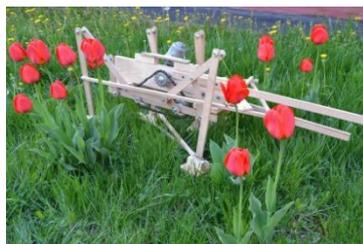


Работа начата в школе, теперь продолжается в МАИ, ведётся 6 лет

Научный руководитель Лебедев Владимир Валентинович, доктор технических наук,
тел. 8-903-184-45-31, личный сайт cfmo.ucoz.ru , E-mail: Lebedev_v_2010@mail.ru

В природе нет колеса, его придумал человек, создав себе проблемы!

Ход работы и цель



Четыре школьных шагохода



Грант УМНИК
500.000 рублей

Ближайшая цель
– НИОКР

Заявка на грант
2 млн.руб.
СТАРТ-1



Суть работы

Природная траектория стопы не изменилась со времён мамонтов и даже динозавров

Подкорковая область мозга
стрио-паллидум



Серое вещество -
подкорковые
ядра:

хвостатое ядро,
чечевицеобразное
ядро,
ограда,
миндалевидное тело

Пирамидальный
путь точных,
экономичных,
рациональных,
оптимальных
движений

Обеспечение
произвольных
движений
(рефлексы)

Очередной
вопрос:
«Почему
так?»
Ответ даёт
физика.



2 млн. – 9000 лет назад



(225-65) млн. лет назад

Гипотезы.

- 1) Природная траектория стопы заложена в подкорковые двигательные центры ранней эволюции или в гены (МИКМУС-2015-2020).
- 2) Природную траекторию в виде безусловного рефлекса надо призвать на помощь при лечении больных на тренажёрах.

(Л.О.Бадалян. Невропатология. М.: Просвещение, 1982)

Цель работы: извлечь природную траекторию из глубины сознания, вылечить пациента

П.1. Анализ уровня технического развития медицинских и физкультурных тренажёров для реабилитации, восстановления, лечения, адаптации пациентов с нарушениями движений ног.

Техническое и экономическое направление работы выбрано правильно

Преобладание дорогих образцов с ценовыми показателями от 40.000 рублей до 1.200.000 рублей, сложной конструкцией и, главное, отсутствием природной траектории движения ноги пациента.

удобные поручни

Критика аналога

Критика механики

Критика стоимости

высокопрочные ремни

механизм моделирования шага

колесопоры

подвижные платформы

В таком тренажёре траектория стопы не природная, хотя он и называется «Шагоход».

А этот тренажёр не по карману даже состоятельным людям



Новое в технике и на рынке

Всё больше и больше эллиптических тренажёров

Эллиптический тренажёр NordicTrack Commercial 14.0

Цена 139900 руб.

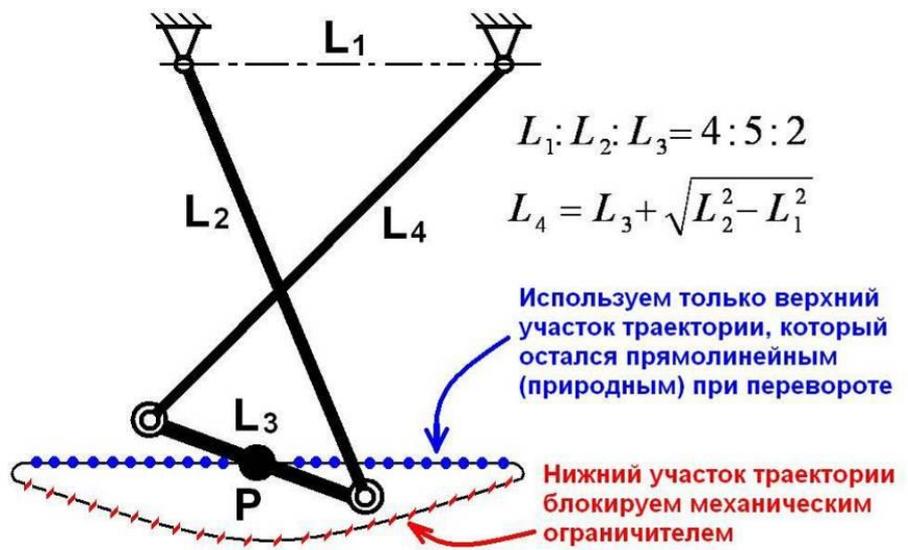
Дорого и сложно!
Зачем?
Вот макет!



Ссылка: http://www.lionfit.ru/catalog/ellipticheskie_trenazhyory/perednoprivodnye_ellipticheskie_trenazhyory/plcommercial_140/

Первая неудача!

П.2. Разработка механической схемы лабораторного образца подвижного шагающего рефлекторного тренажёра.



Вторая неудача!

Медицинская техника - особая

Лямбдаобразный механизм П.Л.Чебышева

Формула П.Л.Чебышева $s = 3m - 2(n+v)$

s - число степеней свободы
 m - число рычагов
 n - неподвижных шарниров
 v - подвижных шарниров

1 - кривошип
 2 - коромысло
 3 - валуи
 4 - корпус

$s = 3 \times 3 - 2 \times (2+2) = 9 - 8 = 1$

Система из двух лямбдаобразных механизмов П.Л.Чебышева

$s = 3 \times 6 - 2 \times (4+4) = 18 - 16 = 2$

Цель - опустить стопу

Недостаток - стопа должна быть внизу.

П.Л.Чебышев добавляет шарнир и рычаг.

$s = 3 \times m - 2 \times (n+v) = 3 \times 4 - 2 \times (2+3) = 12 - 10 = 2$

Две степени свободы

Синхроштатун

Пара шарниров

Одна степень свободы

Система двух механизмов

$s = 3 \times m - 2 \times (n+v) = 3 \times 7 - 2 \times (4+6) = 21 - 20 = 1$

Осталась задача нижнего расположения стопы

Новое расположение лямбдаобразных механизмов П.Л.Чебышева в единой системе.

Цель:
 1) одна степень свободы;
 2) стопа внизу.

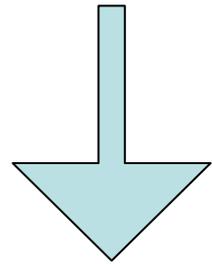
$s = 3 \times m - 2 \times (n+v) = 3 \times 7 - 2 \times (4+6) = 21 - 20 = 1$

1) Одна степень свободы.
 2) Нижнее положение стопы.

Преимущество кинематической схемы – можно добавлять любое количество пассивных синхроштатунов, снижая нагрузку на детали.

Школьный опыт создания четырёх моделей шагоходов и множества шагающих механизмов

Результат – подана заявка на патент на изобретение, готовлю ещё 6 заявок



Патент на изобретение (устройство)

Самостоятельно и с научным руководителем-патентоведом проверила:

- 1) уровень развития техники;
- 2) новизну технического предложения.

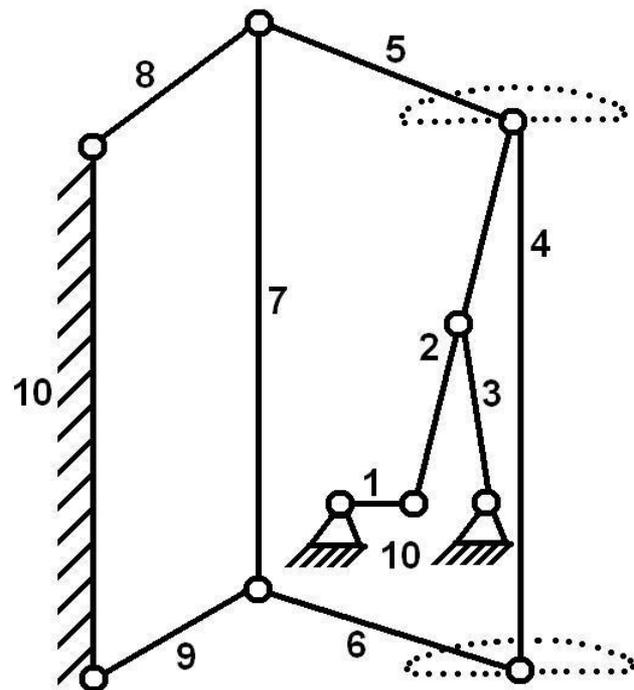
Новая схема тренажёра - параллелограмм (автор А.А.Скворцова)

Применила формулу П.Л. Чебышева для расчёта числа степеней свободы механизма

Число степеней свободы:

$$C = 3m - 2(n + v) = 27 - 2(4 + 9) = 27 - 26 = 1$$

$m=9$ рычагов,
 $n=4$ неподвижных шарнира,
 $v=9$ подвижных шарниров



Календарный план 1-го этапа НИР

П.3. Сборка лабораторного образца – стенда подвижного шагающего рефлекторного тренажёра.

Изготовлены:

- 1) проверочный макет;
- 2) 6 «лямбд» П.Л.Чебышева;
- 3) 6 двойных параллелограммов;
- 4) лабораторный образец-стенд



П.3 Календарного плана НИР выполнен



Крутить гайки просто – трудно найти идею

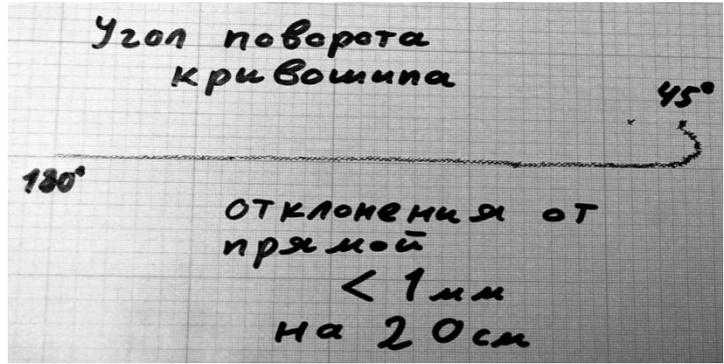
П.2 Календарного плана НИР выполнен

**П.4. Механические испытания лабораторного образца –
стенда подвижного
шагающего рефлекторного
тренажёра.**

Механические испытания продолжаются непрерывно (8 переборок механизмов)

Каждое изменение требует провести новые испытания

Современное состояние НИР – изучение точек бифуркации, но это уже 2-й этап и 2-й год НИР

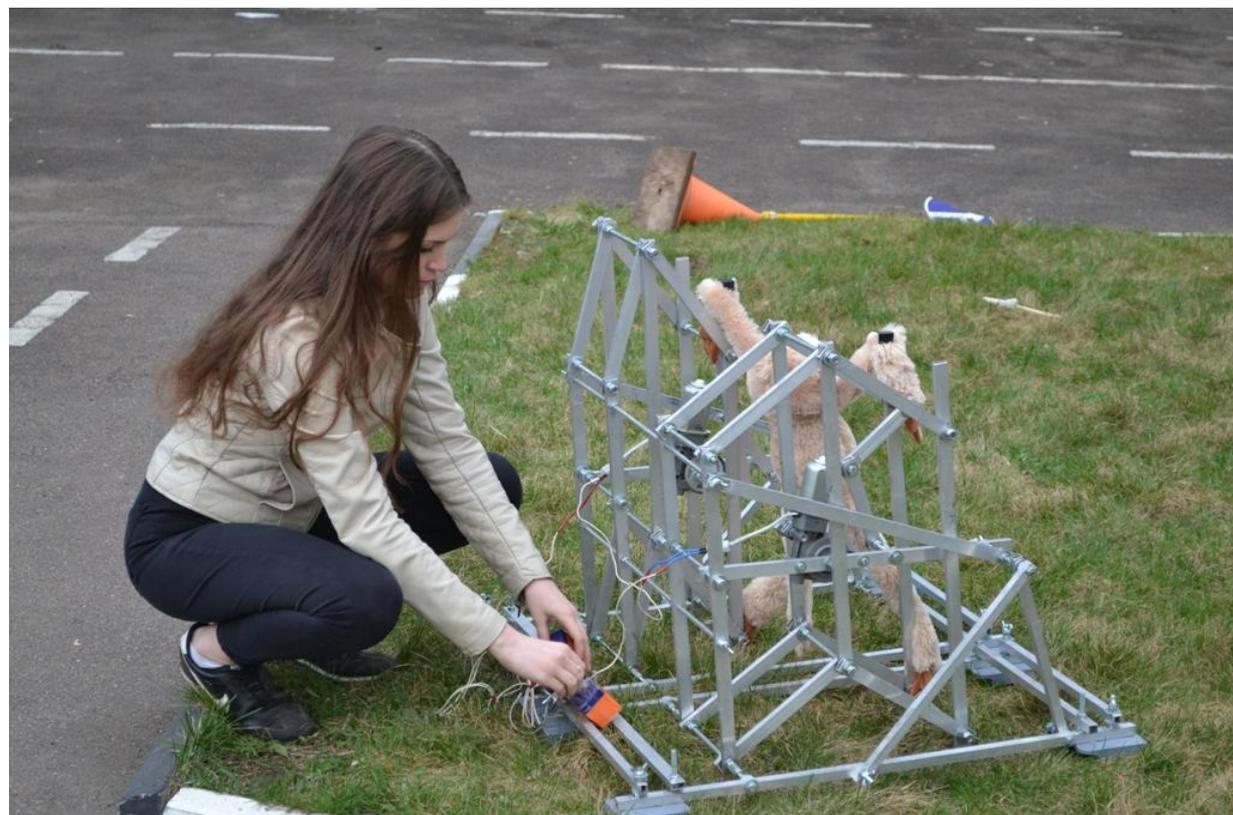


П.5. Медицинские исследования лабораторного образца – стенда подвижного шагающего рефлекторного тренажёра.

Снизить напряжение питания электроусилителя движения с 12 вольт до 6 вольт и даже меньше для нормальной скорости движения ног, комфорта и безопасности пациента

Перестаралась!

- 1) Пока не надо увеличивать длину шага более 20-30 см – это первые шаги ребёнка.**
- 2) Не надо увеличивать скорость шага до обычной – это шагающий, а не бегающий тренажёр.**
- 3) Ввести паузы между первыми шагами пациента.**
- 4) Никаких процессоров, пациент сам управляет шагом.**



П.6. Определение основных направлений совершенствования и доводки механической части лабораторного образца – стенда подвижного шагающего рефлекторного тренажёра.

Надо переходить на пластмассу и подшипники, создавать товарный образец – это перспективная работа для следующего этапа «СТАРТ-1»

Исключить 12 пассивных рычагов и 16 пассивных шарниров, которые сначала были введены для перестраховки по надёжности



П.7. Определение основных направлений совершенствования и доводки медицинской части лабораторного образца – стенда подвижного шагающего рефлекторного тренажёра.

- 1) Отказаться от двукратного увеличения размеров конструкции.
- 2) Выбрать базовую длину шага пациента 20-40 см, учитывая его первые шаги, а не 70-90 см, как планировалось ранее, то есть на 55-71% меньше.
- 3) Уменьшить массу конечного продукта в 1,9-3,2 раза.

Заинтересованность НИИ АиКМ (?)



Календарный план 2-го этапа НИР



**Правильность оценки
показателей рынка проверена:**

-) при обучении в преакселераторе ФРИИ;
-) во время участия в конкурсе «Рыбаков Фонд» «Преактум-2017»
-) при обучении в преакселераторе YellowRockets (Самара)

В России приблизительно 1 млн. людей нуждается в предлагаемой разработке. Если даже 1% из них приобретёт новый рефлекторный шагающий тренажёр по цене 10000 руб./ед., то выручка денежных средств составит 100 млн. руб. Первичная оценка распределения выручки: 35 млн. руб. – налоги, 35 млн. руб. – себестоимость, 30 млн. руб. – чистая прибыль. Первичная оценка распределения чистой прибыли: 10 млн. руб. – совершенствование тренажёра, новые разработки и модели, 10 млн. руб. – расширение производства, 10 млн. руб. – поощрение производителей и разработчиков. Первичный объём рынка – 10000 ед., период насыщения – 10 лет, окупаемость вложений 5-6 лет.

Электропривод



Бифуркации



```
36 AFHgr = 2 * DACgr - 90;  
37 AFHrad = AFHgr * 3.141592654 / 180;  
38 AM = sqrt(a * a + h * h + 2 * a * h * sin(AFHrad));  
39 cosbeta = (AM * AM + h * h - a * a) / (2 * h * AM);  
40 betarad = arccos(cosbeta);  
41 betagr = betarad * 180 / 3.141592654;  
42 writeln('beta = ', betagr, ' gradusov');
```

Шаг



Уже негласно испытывали



Материалы



Товар



Заявка на «СТАРТ»



Оценка объёма внутреннего рынка России по специальным школам

Все специальные (коррекционные) школы нуждаются в тренажёре:

- 1) слабовидящие и слепые не видят правильный шаг;
- 2) слабослышащие и глухие не слышат о правильном шаге;
- 3) школы VI вида – основной покупатель тренажёра;
- 4) все дети с ОВЗ нуждаются в коррекции шага.

**~1500 школ x
4 тренажёра в
школе x
30000 руб./тренажёр
= 180 млн. руб.**

**Это только по специальным
школам без учёта взрослых
пациентов**

Пример определения одной группы потребителей

Клиентская база

Статья 79 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» определяет условия обучения, воспитания и развития обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Школьная система специального образования

- 1 вида — для глухих
- 2 вида — для слабослышащих и позднооглохших
- 3 вида — для незрячих и детей с остаточным зрением
- 4 вида — для слабовидящих и поздноослепших
- 5 вида — для детей с тяжёлыми нарушениями речи
- 6 вида — для детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата
- 7 вида — для детей с задержкой психического развития
- 8 вида — для детей с умственной отсталостью

По состоянию на 2014 год во всех государственных образовательных учреждениях страны обучалось 467 176 детей с ограниченными возможностями.

В 2014-15 учебном году в России было 1660 специальных школ

Канва бизнес-модели

(«Преактум-МАИ», «Рыбаков-фонд», ФРИИ, LOGA Group, YellowRockets-Самара)

Канва бизнес-модели

<p>Ключевые партнеры </p> <p>Партнёры - малые производители. Поставщики - оптовая сеть. Ресурсы - сырьё (стандартные изделия) и комплектующие. Поставка материалов, комплектующих, сборка, изготовление, сбыт.</p>	<p>Ключевые виды деятельности </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Финансовая. 2. Производственная. 3. Обучающая. 4. Рекламная. 5. Научная. 	<p>Ценностные предложения </p> <p>Ускорение медицинской и социальной адаптации людей с нарушениями движений ног. Реабилитация движений ног пациентов. Обучение, реабилитация и социальная адаптация учеников спецшкол.</p>	<p>Взаимоотношения с клиентами </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постоянные занятия. 2. Реабилитация. 3. Обучение. 4. Социальная адаптация. 5. Профилактика. 	<p>Потребительские сегменты </p> <p>Специальные школы: VI вид - нарушение движений; I и II вид - нарушение слуха; III и IV вид - нарушение зрения; VIII вид - умственная отсталость.</p> <hr/> <p>Индивидуалы. Фитнесс-клубы. Реабилитационные центры. Поликлиники.</p>
<p>Структура издержек </p> <p>Сырьё дешёвое. Комплектующие не очень дорогие. Самое дорогое - рабочая сила и затраты на производство, рекламу и сбыт.</p>	<p>Потоки поступления доходов </p> <p>20 млн. руб. - опытная партия товара. 200 млн. руб. - при 10% насыщении рынка. До 2 млрд. руб. после насыщения рынка, широкого производства и экспорта.</p>			

Заинтересованные организации

Надёжная и проверенная



Работа по гранту поддерживается Благотворительным фондом «Образование+».

Договор о безвозмездной поддержке от 8 декабря 2016 года имеется, копия договора представлена в Фонд содействия при заключении договора.

Фонд оплатил командировки в Нижний Новгород для участия в 3-м Всероссийском молодёжном научном форуме «Наука будущего – наука молодых 2017» и в Санкт-Петербург для участия в 10-м Всероссийском научном форуме студентов, аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в технических университетах» в Санкт-Петербургском Политехническом университете Петра Великого.

Фонд оказывает поддержку в предоставлении места, мастерской, приобретении материалов и научно-методического сопровождения работы по гранту.

Взаимовыгодное сотрудничество основано на давних связях с Фондом и начале научного руководства ученицей начальной школы с моей стороны.

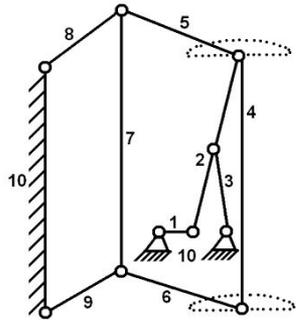


Реальный объём помощи 240 тыс. руб., готовность софинансирования 140 тыс. руб.

Защита интеллектуальной собственности

Получен патент на изобретение изобретение (устройство)

«Механизм шагающей машины»



Изучаю предложение о продаже интеллектуальной собственности (возмездная переуступка части прав)

Перспектива – 6 заявок на изобретения и (или) полезные модели:
способ,
устройство,
новое применение известных способов и устройств



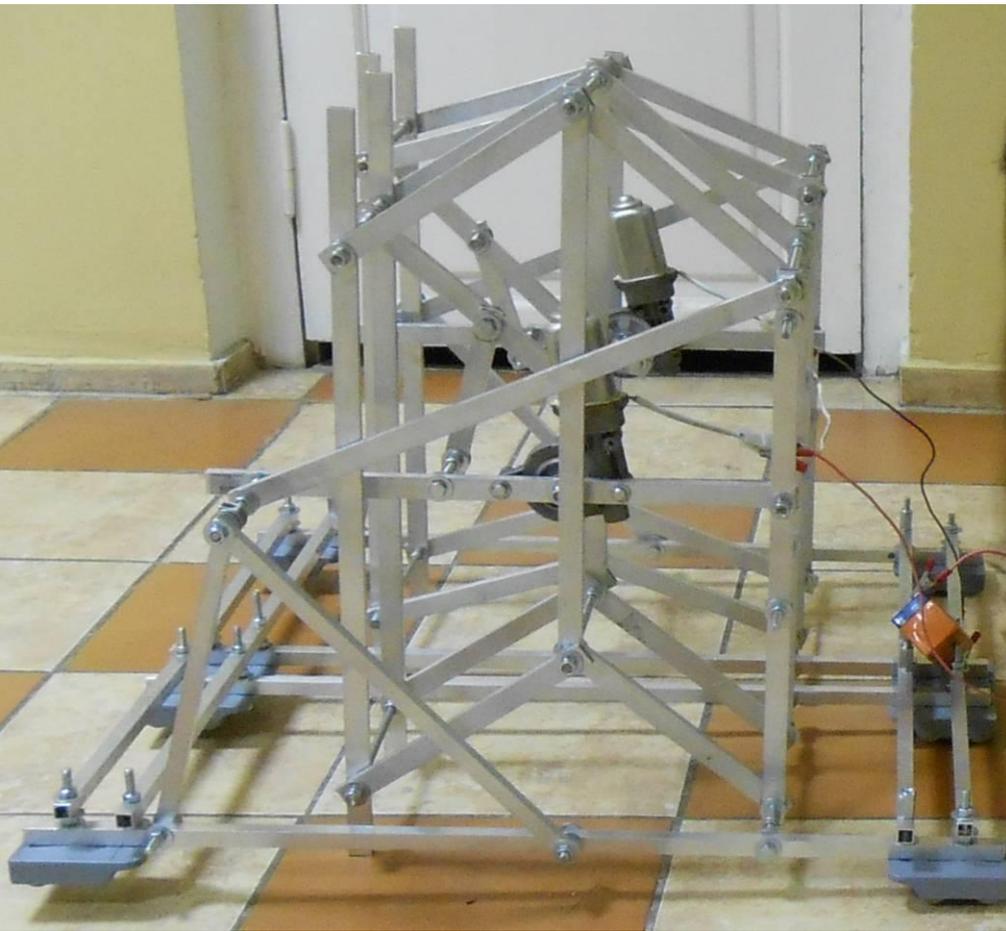
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ
Механизм шагающей машины, содержащий механизм формирования траектории шага стопы-опоры в верхней части механизма, **отличающийся** тем, что, **с целью смещения траектории шага стопы-опоры из верхней части механизма в нижнюю часть механизма**, в него введён двойной шарнирный параллелограмм,...

Моя помощница Жака!

Шагающий тренажёр для ребёнка (шаг 30 см)

Видеоролик (11:42)

<https://youtu.be/ehMjOSe83tg>



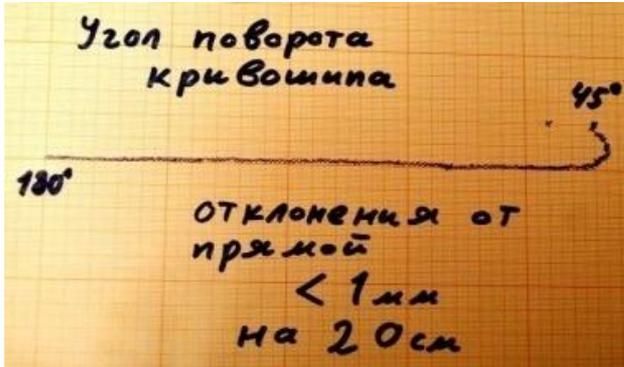
Выводы

**Активизация
мозговых центров
стационарным
тренажёром**

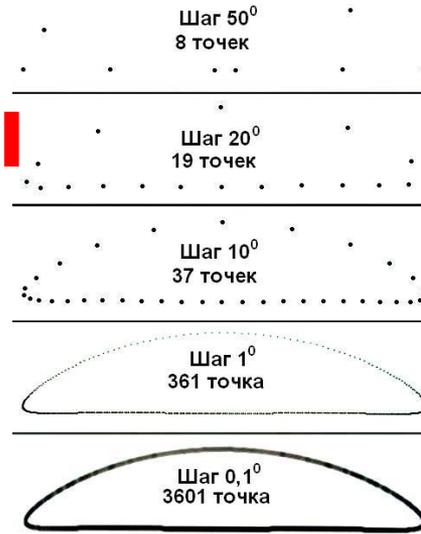


**Активизация
мозговых
центров
шагающим
тренажёром**

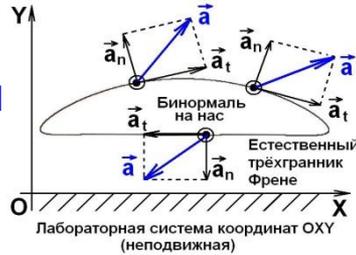
Что-то пошло не так. Почему я здесь? Цель работы.



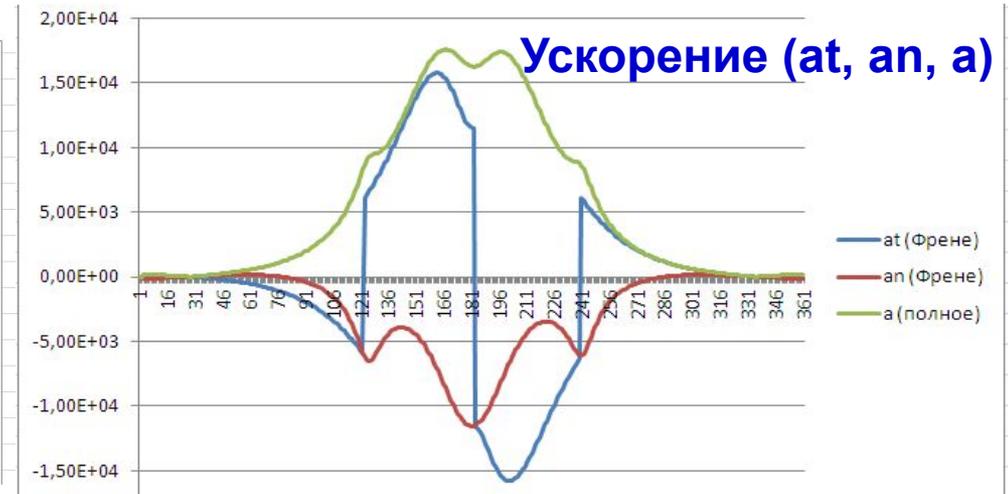
Микроудары
Удары
Макроудары
Геометрия



Октябрь 2015 года,
Санкт-Петербургски
Политех, 10 класс,
первая программа



Март 2020 года, 4 курс МАИ (НИУ)



Следствие: микроудары, макроудары, дискомфорт, нужны компенсирующие муфты – это цель НИОКР для программы СТАРТ-1

При выполнении календарного плана НИР «УМНИК» опубликовано 23 статьи

Начала педагогическую
работу – подготовку
ученицы со 2-го класса,
сейчас 7-й класс,
планируемого
будущего победителя
конкурса «УМНИК-2025»
(78 наград)



Спасибо за внимание!