

Научно-исследовательская работа

Физика

**БИОМЕХАНИКА СКОРОСТНОГО БЕГА НА КОНЬКАХ НА КОРОТКИХ
ДИСТАНЦИЯХ**

Выполнила:

Молчановская Алина Ивановна,

учащаяся 8 класса МБОУ г. Мурманска

«Мурманский международный лицей»,

Россия, г. Мурманск

Руководитель:

Огнева Марина Владимировна,

учитель физики МБОУ г. Мурманска

«Мурманский международный лицей»,

Россия, г. Мурманск

Введение

Наука – это спорт, гимнастика ума, доставляющая мне удовольствие.

Альберт Эйнштейн

Актуальность: одним из зимних олимпийских видов спорта является шорт-трек, который был включен в программу Олимпийских игр в 1992 году. Шорт-трек – бег на коньках по овальной дорожке. Это относительно молодой, но самый экстремальный и опасный вид конькобежного спорта. В нашей стране шорт-трек с каждым годом становится все более популярным. Нужно развивать шорт-трек, фристайл, сноуборд, прыжки на лыжах с трамплина, керлинг " [1].

Проблема: подготовка российских спортсменов в условиях возрастающей конкуренции.

Объект исследования: взаимосвязь законов физики и эффективной спортивной техники шорт-трековиков.

Предмет исследования: шорт-трек.

Гипотеза: знание законов физики может помочь спортсменам и их тренерам победить в таком виде спорта, как шорт – трек.

Цель: выяснить, как знание законов физики может помочь спортсменам и их тренерам победить в зимнем олимпийском виде спорта – шорт – треке.

Задачи:

1. Выяснить взаимосвязь между физикой и шорт-треком.
2. Составить сборник задач «Физика шорт-трека»
3. Создать счетчик кругов.
4. Подготовить рекомендации для шорт-трековиков.

Методы исследования: классификация, анализ, синтез, эксперимент, моделирование, аналогия и метод научной абстракции.

Шорт-трек (от англ. short track - "короткая дорожка") - дисциплина конькобежного спорта. Вид лично-командных соревнований, в которых задача спортсмена на коньках - с максимальной скоростью преодолеть дистанцию, размеченную на площадке для хоккея с шайбой. Первые соревнования по шорт-треку были проведены в Северной Америке в 1906 году, но был принят под эгиду

Международного союза конькобежцев только в 1967 году. Дорожка для состязаний имеет овальную форму, размечается в пределах хоккейных площадок, размеры которых - 60x30м (толщина льда - 40 мм, температура - около - 6°С). Длина дорожки составляет 111,12 м, ширина прямой части - 7 м, расстояние от вершины поворота до бортика - 4 м [2].

В шорт-треке эстафету можно передавать в любой точке дистанции. Не запрещено подталкивание одним из участников эстафеты товарища по команде для придания ему большего ускорения.

В апреле 1986 года команда СССР впервые приняла участие в Чемпионате мира по шорт-треку, проходившем в Шамони (Франция). Наилучший результат советских спортсменов - 23 место. Через 2 года на Кубке Европы-88 те же шорт-трековики заняли 2 и 3 место на дистанциях 500 м и 3000 м и 4 место в эстафете, удивив общественность.

В программу олимпийских соревнований входят: бег на 500 м, 1000 м и 1500 м, эстафетная гонка на 3000 м (женщины) и 5000 м (мужчины). Разыгрывается 8 комплектов наград. Бортики площадки защищаются матами, толщиной 20,32 см, длиной - 2,13 м, высота равна высоте бортов ледовой площадки. Маты из пенной резины состоят из 2 частей – толщина первой - 7,62 см, плотность - 32,04 кг/м³ и более мягкой: толщина - 12,7 см, плотность - 22,43 кг/м³. Сверху покрываются виниловой тканью, устойчивой к истиранию.



Рис.1. Шорт-трек

Забег длится два – три дня и проходят по олимпийской системе: вначале отборочные забеги (хиты). Спортсмены совершают разминку за 45 минут до начала состязаний, которая завершается за 15 минут до начала, чтобы подготовить ледовое поле к соревнованиям. В эстафете участвуют 8

команд по 4 человека в каждой. 2 команды выходят в финал.

Существует разновидность шорт-трека, в которой спортсмены состязаются в езде на роликовых коньках. Соревнования такого рода проходят на площадках

со специальным покрытием. Этот вид спорта на данный момент не снискал особой популярности.

Умение конькобежцев уверенно чувствовать себя на льду в шорт-треке очень важно. Однако параметры, которые идеально подходят для занятий конькобежным спортом (высокий рост и крепкие мускулы) в шорт-треке могут стать препятствием на пути к высоким достижениям. Ведь в данном виде спорта важна ловкость и скорость движений, потому большинство призеров - люди невысокого роста и довольно стройные.

Главная задача спортсмена – первым пересечь финишную линию. Важна стратегия поведения, свои возможности и учёт тактики соперников. Ведь порой спортсмен почти всю дистанцию проходит на меньшей скорости, лишь в конце выкладываясь полностью. Этот конькобежец финиширует первым, хотя его средний результат будет хуже, чем у соперника, двигавшегося с постоянной более высокой скоростью.

Хорошие коньки, одежда и средства защиты, а также умение применять те или иные навыки в данном виде спорта, конечно, необходимы. Однако, по мнению профессионалов, наиболее важным в шорт-треке является тактика и стратегия будущего забега [1].

Экипировка в шорт-треке отличается от привычной для конькобежцев. По данным сайта библиотеки международной спортивной информации <http://bmsi.ru/4> все конькобежцы должны быть экипированы:

- а) шлемом безопасности, который должен соответствовать стандарту ASTM (утвержденному ИСУ). Шлем имеет обычную форму и не должен иметь выступов;
- б) перчатками;
- в) защитой для голеней и коленей;
- г) комбинезоном без капюшона, с длинными рукавами и длинными брючинами;
- д) оба конька должны иметь закрытые трубки, концы лезвий закруглены с радиусом 10 мм. е) шейным протектором.

Движение спортсменов проходит против часовой стрелки. Лезвия коньков смещены влево для того, чтобы во время крутых поворотов ботинки спортсмена не касались льда. Контур лезвия определяет поверхность соприкосновения со льдом. Точка коньков нужна для достижения баланса между сцеплением лезвия с поверхностью льда и низким трением.

Трение между лезвием конька и льдом должно быть минимальным, чего можно достичь, наточив контур. В то же время необходимо иметь идеальное соприкосновение лезвия со льдом для мгновенного ускорения, смены направления или остановки.

Чем больше масса тела, тем больше должна быть площадь лезвия, которая будет соприкасаться с поверхностью льда. Эта особенность позволит распределить массу равномерно. Более длинный радиус контура (где наибольшая часть лезвия соприкасается со льдом) обеспечивает ему хороший баланс, меньшее трение и высокую скорость. С другой стороны, он уменьшает возможность производить быстрые повороты. Более короткий радиус контура дает большее трение, он сокращает контакт между лезвием и льдом.

Катание с коротким радиусом контура увеличивает маневренность. Лезвие имеет три секции. Пятка (20% лезвия), средняя часть (60% лезвия), носок (20% лезвия). Функции пятки выступают в качестве поддержания баланса. Пятка является начальным звеном для смены направления, выполнения поворотов, остановок и движения крест-накрест. Носок используется для стартов, ускорения и толчков, обеспечивающих движение назад.

Точкой опоры называется центр поверхности скольжения, его советуют располагать в 2-25 мм до центра лезвия. Самый маленький сегмент контура лезвия должен располагаться там. Центр тяжести находится на расстоянии от 5 до 25 мм за центром лезвия, когда спортсмен двигается или стоит в идеальной позиции для катания.

Питч - угол наклона лезвия к поверхности льда. Влияет на балансировку корпуса спортсмена к углу атаки контура лезвия. Питч необходим длиной до 1.5 мм или углом до 1.5 градусов. Если лезвие «заходит» назад, то теряется

ускорение. Слишком высокий питч лезвия наклоняет корпус вперед и человек передвигается на носке. Питч измеряется как градус угла или в миллиметрах, на разнице высоты лезвия между носком и пяткой[17].

Коньки. Чрезвычайно острые коньки, особой формы (полозы подвижные и слегка выгнутые) позволяют спортсменам проходить крутые повороты. Лезвия подбираются индивидуально. Длина лезвий 38 – 46 см, толщина 1.1-1.2мм. Лезвия изготавливаются с определённым радиусом.



Рис.2. Коньки

Покрытие шлема:

- а) на шлем должно быть надето покрытие из желтого материала с черными номерами, должно четко показывать номер конькобежца;
- б) после каждой дистанции организаторы соревнований дают конькобежцу, имеющему наибольшее количество финальных очков, покрытие шлема красного цвета.
- в) для эстафет используются специальные покрытия шлемов (или майки) соответствующего цвета для каждой команды.

Шлем плотно сидит на голове, благодаря регулировке натяжения. Аэродинамичный, супероблегчённый, жёсткая внешняя оболочка из пластика, внутренняя вставка из пенополиуретана.



Рис.3. Шлем

Перчатки. Жесткие кожаные перчатки из дышащих материалов, на пальцы надеты вылитые из эпоксидного клея формы, для наилучшего соприкосновения со льдом рукой для равновесия.



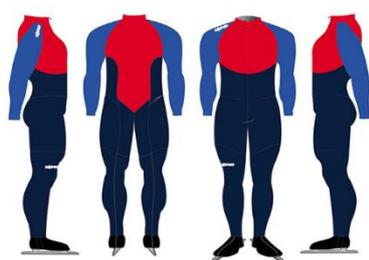
Рис.4. Перчатки. Наколенники, налокотники.

Наколенники, налокотники предохраняют от травм. На шею обязательно надевается «ошейник» - это устройство против травм шейного отдела.

Очки с цветными линзами, чтобы защитить глаза от ледяной крошки, ветра и блеска льда.



Рис. 5. Очки



В шорт-треке спортсмен выступает в специальном комбинезоне из эластичного материала (80% полиэстер и 10% лайкра), плотно обтягивающем тело для уменьшения сопротивления воздуха[17].

Рис.6. Костюм для шорт-трека.

После каждого забега лед поливают водой, чтобы выровнять. Причем площадка заливается горячей водой, которая попадает в трещины, растапливая лед, а после замерзания образует идеально ровную поверхность.

Станки для заточения коньков. Лезвия прочно вставляются в станок параллельно друг другу, выравниваются по передней планке и фиксируются боковыми гайками.

Станки для загиба лезвий. Лезвия загибаются для лучшего сцепления с поверхностью льда на виражах. Загибание лезвий дело кропотливое и требует определённых навыков. Для точности измерений загиба используется микрометр.

Камни для точки коньков. Лезвия вставляются в станок, при помощи бруска лезвия затачиваются вручную до появления заусенец на боковых ребрах лезвий. Заусенцы снимаются специальным небольшим камнем. Двухсторонней камень переворачивается, лезвия зашлифовываются и снимаются заусенцы.

Спортсмены в шорт-треке точат коньки часто, чтобы передвигаться быстрее. Все спортсмены должны иметь: станок для точки коньков, камень для точки лезвий, камень для снятия заусенцев, набор гаечных ключей, тряпочку для вытирания коньков, чехлы на лезвия для выхода на лёд и тряпочные чехлы для хранения после льда [7].

На поверхности льда всегда имеются бугорки и впадины. Когда конек лезвием проводит по льду, механическая энергия трения переходит в тепловую энергию, тепло возникает в точках соприкосновения конька со льдом, лед тает и образуется водяная смазка. Позади конькобежца всегда остаётся блестящий след. Это замерзшая водяная пленка.

Прибор для измерения коэффициента трения – блок электронного обеспечения (БЭО), включает датчик ускорения и аккумулятор. БЭО движется по льду на полозьях. Вычисление коэффициента трения производится по анализу ускорения скользиметра.

В XX веке на границе между биологией и физикой появилась интегральная наука – биофизика, а также ее частные науки (биомеханика, биоакустика, биоэлектромагнетизм, биотеплофизика и пр.) Биомеханика - раздел естественных наук, изучающий на основе моделей и методов механики

механические свойства живых тканей, отдельных органов и систем, или организма в целом, а также происходящие в них механические явления. [9]

В большинстве локомоций человека кинематические параметры движения хорошо изучены. Известны временная длительность фаз, средняя скорость звеньев в фазах, углы и угловая скорость в суставах в начале и конце каждой фазы [18].

Базисные кинематические положения конькобежца

Для бега на коньках такие положения: "начало свободного проката", "начало одноопорного" и "окончание двухопорного положения" (рис. 1).

Начало свободного проката (А) *Рис. 7. Базисные кинематические*

положения при моделировании бега на коньках.



Начало одноопорного отталкивания (Б) Начало двухопорного отталкивания

(В)

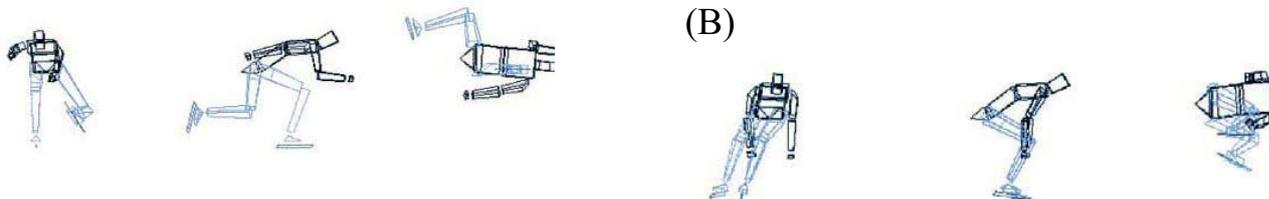
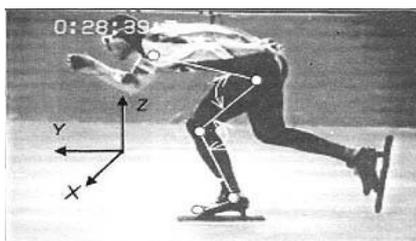


Рис. 8. Положительное направление моментов в суставах толчковой ноги



Кинематические характеристики бега на коньках:

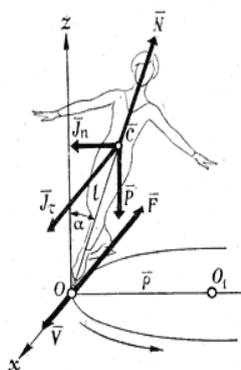
длина шага, длительность фаз: свободного проката, одноопорного и двухопорного отталкивания; средняя скорость по фазам, ширина "елочки", формы посадки конькобежцев.

Быстрые изменения в скорости. Например, при постановке стопы на опору при беге и прыжках происходит резкое изменение вертикального ускорения. Наибольшее воздействие силы аэродинамического сопротивления приходится на туловище.

Сила трения Сила, возникающая в месте соприкосновения тел и препятствующая их относительному перемещению, называется силой трения.

Направление силы трения противоположно направлению движения. Если тело скользит по какой-либо поверхности, его движению препятствует сила трения скольжения [11].

При движении конькобежца по льду возникают силы трения, причем механическая энергия сил трения переходит во внутреннюю энергию льда.



Аэродинамическое сопротивление - основная тормозящая сила, действующая на конькобежцев. Коэффициенты сопротивления для разных форм посадки конькобежцев в зависимости от скорости и вида бега: с руками или без рук, по прямой или по повороту - от 0,75 до 1,2 [8, 38]. Суммарная величина сопротивления воздуха для всего тела конькобежца (сила, приложенная к ОЦМ) в зависимости от формы посадки при скорости бега 15 м/с составляет 45-61 Н. около 30% от суммарной силы.

<http://www.soc>
hi2014.com

Именно за счет повышения внутренней энергии, лед в точках соприкосновения с коньком, расплавляется, образуется пленка воды – смазка, облегчающая скольжение [12]. Поэтому при катании на коньках учитывают силу трения и способы ее уменьшения.

Закон сохранения момента импульса

Закон сохранения момента импульса выражается через векторную сумму всех моментов импульса относительно выбранной оси для замкнутой системы тел и остается постоянной, пока на систему не действуют внешние силы. Момент импульса замкнутой системы не изменяется со временем [13].

Полный момент импульса состоит из моментов импульса корпуса и вытянутых рук. При опускании рук их момент уменьшается до нуля, при этом увеличивается момент импульса корпуса, в результате чего возрастает скорость вращения. Угловая скорость увеличивается во столько раз во сколько раз уменьшается момент инерции, и наоборот [14].

Закон сохранения энергии — основной закон природы: энергия замкнутой системы сохраняется во времени [15]. Для скольжения надо, чтобы сила трения

скольжения была небольшой. Если площадь лезвия маленькая, то давление на лед большое, лед под коньком будет плавиться, причем механическая энергия сил трения переходит во внутреннюю энергию льда. За счет повышения внутренней энергии, лед в точках соприкосновения с коньком, расплавляется, образуется пленка воды – смазка, облегчающая скольжение [12]. Поэтому при катании на коньках учитывают силу трения и способы ее уменьшения.

Причиной многих неудач в спорте являются нецелесообразное распределение биологически активных средств в рационе, невосполняемость энергетических затрат. Первый компонент оптимизации результатов тренировок при помощи спортивного питания – обеспечение спортсмена достаточным количеством калорий в соответствии с расходуемой им энергией. Те, кто занимается по программе ОФП (тренируются по 3040 минут в день три раза в неделю) могут получить питательные вещества, следуя обычной диете (1 800- 2 400 ккал в день, 2 535 ккал в день на 1 килограмм веса – при весе 50 - 80 килограммов), поскольку их потребность в калориях не увеличится за счет режима тренировок (примерно 200 - 400 ккал на занятие). Спортсмены, занимающиеся по интенсивной программе (2 - 3 часа в день в 1 - 2 приема, 5 - 6 раз в неделю) расходуют 600 - 1 200 и более ккал за час занятий. По этому число потребляемых ими калорий достигает 50 - 80 ккал в день на килограмм веса (2 500 – 8 000 ккал в день для спортсмена весом 50 - 100 кг). Для соревнующихся спортсменов расход энергии во время соревнований может быть гораздо больше.

Питание с дефицитом энергии во время тренировок приводит к потере веса, к болезням и снижению спортивной результативности. Анализ диеты спортсменов показал, что многие из них потребляют недостаточное количество энергии во время тренировок. Группы подверженных этой проблеме включают конькобежцев и тех спортсменов, которые пытаются слишком быстро сбросить вес. Кроме того, у женщин - спортсменок риск различных нарушений питания существенно выше [20].

Практическая часть.

В техническую группу входят помещения для водоснабжения, теплоснабжения и вентиляции, энергоснабжения, а также блок помещений средств связи и информации, регистрирующих устройств, фотокинолабораторий.

Для скоростных видов спорта важно правильно финишировать, т.к. победу часто определяют сотые и тысячные доли секунды. Фотофиниш представляет собой фотоэлектрическое (явление фотоэффекта) устройство. При пересечении луча фиксируется результат забега по секундомеру, а камера делает съёмку финиша спортсменов.

Один из судей подсчитывает круги, пройденные спортсменами во время забега. В обязанности счетчика кругов входит наблюдение за лидером в забеге. В соответствии с результатами лидирующего спортсмена на табло меняются показания, причем указывается число кругов, которое осталось пройти до финиша.

Для автоматизации процесса измерения времени появилась необходимость в разработке стартового прибора судьи, который мог бы производить все измерения без вмешательства человека. В перспективе мы хотим разработать систему хронометража для шорт-трека[19].

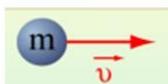
Заключение.

В результате работы мы систематизировали связи законов физики и шорт-трека в буклете «Как добиться успеха в шорт-треке» (См. Приложение) Таким образом, мы *достигли цели* нашей работы, и *гипотеза оказалась верна*, то есть знание законов физики действительно необходимо спортсменам, тренерам и спортивным врачам, даже в шорт-треке.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Что должен знать спортсмен?

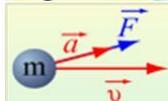
Для совершения ускорения по ходу бега спортсмен должен знать, что такое сила сопротивления воздуха, сила трения скольжения,



сила тяжести, инерция.

$$\vec{v} = \text{const}, \text{ при } \vec{F} = 0$$

Первый закон



Ньютона —

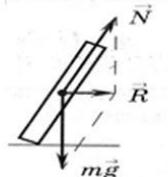
закон инерции.

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Второй закон
Ньютона



При поворотах проявляется **центростремительная сила**, поэтому необходимо верно выбрать наклон.



Шорт-трек

(от англ. short track - "короткая дорожка"). Это вид соревнований, в которых основная задача спортсмена на коньках: с максимальной скоростью преодолеть дистанцию, размеченную на площадке для хоккея с шайбой.



Дорожка для состязаний по шорт-треку имеет овальную форму, и размечается чаще всего в пределах хоккейных площадок, минимальные размеры которых - 60х30м (толщина льда - 40 мм, температура - около - 6°C).

Длина дорожки составляет 111,12 м, ширина прямой части - 7 м, расстояние от разметочного блока, обозначающего вершину поворота, до бортика - 4 м.

Закон сохранения

**момента
импульса**

$$mvr = \text{const}$$

Для того чтобы ускорить вращение вокруг вертикальной оси, нужно



прижать руки к туловищу. Так как момент инерции уменьшается, то возрастает угловая скорость.

На поворотах для повышения спортивных результатов надо сильно пригнуться к поверхности Земли.



Рис. 9. Буклет 1

Сила трения

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

При катании на коньках, учитывайте способы уменьшения силы трения.

Закон сохранения энергии. При движении конькобежца механическая энергия сил трения переходит во внутреннюю энергию льда. Лед расплавляется, образуется пленка воды, облегчающая скольжение.

$$E_{\text{мех}} = U$$



Закон сохранения энергии

Завтрак №1

1. 2 яйца; 250 г нежирного творога – 480ккал
2. 150 г овсяной каши с молоком или оливковым маслом) – 230ккал

Завтрак №2

1. 3 ломтика подсушенного отрубного хлеба – 300ккал
2. 200 мл несладкого чая или кофе – 190ккал
3. Масло сливочное (10г) – 75ккал
4. 250 мл питьевого йогурта или 200 мл молока – 124ккал

Обед

1. 200 г гречневой или пшеничной каши с добавлением молока или соуса – 99ккал
2. борщ (250г) – 133ккал
3. макароны (100г) – 340ккал

Полдник

1. творог нежирный (150г) – 135ккал
2. 100 г каши с добавлением свежих фруктов – 60ккал

Ужин

1. 2 ломтика отрубного хлеба – 100ккал
2. картофель (250г) – 207ккал
3. 300 г фруктов или овощей – 90ккал

На ночь

1. 1 яблоко или стакан молока – 150ккал

2. ИТОГО: 2762 ккал

Citius, altius, fortius! (Быстрее, выше, сильнее!) – эти три латинских слова, девиз, выбиты на олимпийских медалях. Однако на пути к спортивным достижениям и к олимпийскому золоту стоят преграды, определяемые прежде всего проявлением тех или иных физических явлений и закономерностей. С другой стороны, правильное использование соответствующих физических законов может помочь спортсмену в достижении успеха. Таким образом, знание законов физики необходимо спортсменам, тренерам, спортивным врачам.



Как достичь успеха в шорт-треке?



Спорт без науки и, в частности, без физики бессиден.

Рис. 10. Буклет 2

Список литературы

1. Сайт РИА Новости. О развитии шорт-трека. [www документ] — URL: http://ria.ru/fcp_news/20111013/457712336.html
2. Мифы или реальность. Шорт-трек. [www документ] — URL: http://www.molomo.ru/myth/short_track.html
3. Olympic-game. Web – портал электронных тренажеров. [www документ] — URL: <http://electra.incro.ru/index.php/теория/олимпийские-зимние-виды-спорта>
4. Шорт-трек. Экипировка. [www документ] — URL: <http://shorttrack.ru/html.acti.Supply1.html>
5. СпортСмак. Примерные рационы для спортсменов. [www документ] — URL: <http://sportsmak.ru/index.php/professional/398-2011-02-04-17-49-54.html>
6. А.В. Воронов. ИМИТАЦИОННОЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА. [www документ] — URL: <http://lib.sportedu.ru/Press/ТРФК/2004N2/p22-26,39-40.htm>
7. Проект Вся физика. Основы динамики. Сила трения. [www документ] — URL: <http://sfiz.ru/page.php?id=116>
8. Сайт Классная физика для любознательных. Трение в спорте. [www документ] — URL: <http://class-fizika.narod.ru/tren7.htm>
9. Сайт Физика онлайн. <http://web-physics.ru>