



М. А. Нехорошков

Учащийся 11 А класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения городского округа «Город Архангельск» Эколого-биологический лицей имени академика Н. П. Лавёрова, г. Архангельск, Россия

Научный руководитель В. Л. Турышева – учитель физики I квалификационной категории муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения городского округа «Город Архангельск» Эколого-биологический лицей имени академика Н. П. Лавёрова

Физика катания на коньках в хоккее с мячом

В работе автор исследовал характеристики, влияющие на быстроту движения хоккеиста. По данной теме Нехорошков М.А. выступил на VIII Архангельской городской молодёжной открытой научно-практической конференции «Малые Лавёровские чтения» 28 февраля 2025 года, получив I место.

Ключевые слова: виды техник катания на коньках, анализ катания хоккеиста с мячом, длина рычага, центростремительное ускорение, обтекаемость и сила трения.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема: в XVII веке голландцы придумали новый способ передвижения по льду – катание на коньках, который получил широкое распространение в Западной Европе. Сейчас коньками никого не удивить. Катание на льду для современного человека не только развлечение. На сегодняшний день существует около десяти видов спорта, связанных с катанием на коньках, из которых 4 олимпийских. Но смотря на матчи хоккейных команд, наблюдая за конькобежцами или катаясь самостоятельно, мало кто задумывается, что все это сопровождается физическими законами и процессами.

Цель работы: исследовать характеристики, влияющие на быстроту движения хоккеиста.

Задачи: изучить тематическую литературу; проанализировать своё катание; объяснить катание на коньках с точки зрения физики; провести опыты по исследованию характеристик катания; сделать вывод.

Гипотеза: хоккеисту необходимо учитывать длину рычага, центростремительное ускорение, силу трения, обтекаемость для лучшей игры.

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Виды техник катания на коньках.

Для начала стоит отметить, что существует несколько техник катания на коньках, которые применяются в разных видах спорта. В фигурном катании (рис.1) спортсмен толкается назад, как при ходьбе. В хоккее с шайбой (рис.2) толчок идёт в сторону, вес тела находится по центру, спортсмен часто отталкивается, время проката минимальное. Конькобежцы и хоккеисты с мячом (рис.3, рис.4) так же, как и шайбисты толкаются в бок, но вес тела при этом расположен на одной опорной ноге, толчки не частые, долгое время проката. Различие техник катания можно объяснить отличием проделываемой работы спортсменом. Фигуристу не важна скорость катания, его задача выполнять различные элементы. В хоккее с шайбой поле имеет небольшие размеры (56x26 метров), поэтому спортсмену более важна стартовая скорость (резкость), чем крейсерская. В хоккее с мячом и в конькобежном спорте дистанции значительно длиннее (в хоккее с мячом поле 110-100x50-60 метров, дистанции в конькобежном спорте от 500 метров до 10000 метров). Следовательно, в этих видах спорта на передний план выходит крейсерская скорость и умение эко-

номить силы при катании. В дальнейшем будем рассматривать технику катания в хоккее с мячом.



Рис.1 Фигуристка Камила Валиева



Рис.2 Хоккеист с шайбой Павел Дацюк



Рис.3 Хоккеист с мячом Алмаз Миргазов



Рис.4 Конькобежец Павел Кулижников

1.2 Анализ катания хоккеиста с мячом.

Разберём катание подробно. Хоккеист садится в низкую посадку (угол около 90 градусов) (рис.5) и толкается одной ногой в сторону (рис.6). В момент толчка вес тела полностью находится на опорной ноге. Маховая нога делает полукруг и подводится к опорной (рис.7), после маховая нога становится опорной, а опорная – маховой. Чтобы сделать вираж, спортсмен, находящийся в посадке, переступает в ту сторону, в которую поворачивает (рис.8).



Рис. 5 Посадка



Рис.6 Толчок



Рис.7 Подведение маховой



Рис.8 Виращ вправо ноги к опорной

1.3 Рычаг при катании на коньках.

Разобрав технику катания, можно рассматривать физические законы. Начнём с самого главного – рычага, который используется при толчке. В качестве рычага при катании на коньках выступает тело спортсмена. Руки хоккеиста выступают как точка опоры, а ноги – плечи рычага. Из свойства рычага: чем длиннее плечо рычага, тем больше выигрыш в силе. Из этого можно сделать вывод: для того, чтобы увеличить силу толчка, нужно увеличить длину толчковой ноги или силу, прилагаемую для толчка. Разумеется, увеличить длину самой ноги мы никак не можем, но мы можем сесть в более низкую посадку, тогда расстояние между центром тяжести и коньком толчковой ноги увеличится (рис.9).



Рис.9 Разница плеча силы при низкой (слева) и высокой (справа) посадке

Стоит обратить внимание и на рычаг в самом коньке. Им является отношение длины лезвия к его ширине. Следовательно, чем длиннее лезвие, тем больше рычаг и тем больше скорость, но при этом больше сил тратится на толчок и уменьшается маневренность. Таким образом, хоккеисту следует найти оптимальную длину лезвия, при котором он увеличит скорость, не потеряет маневренность, и которые ему позволит сила ног.

1.4 Центробежное ускорение при катании на коньках.

Во время игры или тренировочного процесса игроки нередко заходят на вираж.

Многие полагают, что вираж нужен только для поворота, но это не так. Виращ – это эффективный способ набрать скорость. Но почему же игрок, поворачивая, увеличивает свою скорость? Всё дело в центростремительном ускорении.

$$a = \frac{v^2}{R}$$

Рис.10 Формула для расчёта центростремительного ускорения

В формуле на рисунке 10 v – скорость тела, а R – радиус окружности. Таким образом, тело после виража ускоряется, чем меньше радиус виража, и чем выше скорость, тем больше ускорение. Таким образом, центростремительное ускорение можно рассматривать как характеристику эффективности катания.

1.5 Сила трения при катании на коньках.

При катании на льду большую роль играет сила трения.

$$F_{тр} = \mu N$$

Рис.11 Формула для расчёта силы трения

В формуле на рисунке 11 μ – коэффициент трения, N – сила реакции опоры, пропорциональна массе хоккеиста. При идеальных условиях сила трения между коньком и льдом очень мала, что позволяет спортсмену катить на коньке без отталкивания некоторое расстояние. Но также есть несколько факторов, влияющих на силу трения. Первый из них – плохое состояние льда. При высокой температуре воздуха ($0-6^{\circ}\text{C}$) и осадках (мокрый снег или дождь) лёд становится мягким или покрывается тонким слоем инея, а сила трения увеличивается. Качество льда ухудшается и при резких перепадах температуры. В таком случае лёд становится тяжёлым для отталкивания. И даже при идеальных погодных условиях или в крытых аренах поле может быть в плохом состоянии, если его долгое время не шлифовать специальной машиной. Также на силу трения может повлиять острота лезвия конька. В местах зарубин на лезвии сила трения сильно увеличивается, что мешает хоккеисту при поворотах и маневрах. Помочь уменьшить силу трения может распределения

веса тела на большую площадь, то есть на более длинное лезвие. Следовательно, чем длиннее лезвие конька, тем меньше сила трения.

1.6 Обтекаемость при катании на коньках.

Если понаблюдать за конькобежцами и хоккеистами, то можно заметить, что сидя в посадке их корпус наклонён вперёд (рис.12). Таким образом, спортсмен принимает обтекаемую форму. Даже играя в помещении, не говоря уже про открытую поляну с ветром, хоккеиста тормозят молекулы воздуха. Обтекаемая форма помогает уменьшить сопротивление воздуха.



Рис 12. Хоккеист Сергей Ломанов в обтекаемой форме

РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Проверка правила рычага на практике.

Как уже было сказано ранее, рычаг влияет на силу толчка. Чем сильнее толчок хоккеиста, тем большую скорость он сможет развить. Чтобы проверить действительно ли более длинное плечо рычага увеличивает силу толчка, проведём эксперимент. Ускоримся на одинаковое расстояние (60 метров) два раза: первый в низкой посадке, второй в высокой. Из оборудования – секундомер. В итоге, получили следующие результаты (см. Таблица 1):

Таблица 1. Результаты проверки правила рычага

Низкая посадка	6.40 секунды
Высокая посадка	7.27 секунды

Исходя из этих результатов, что при низкой посадке толчок сильнее. Следовательно, чем длиннее плечо рычага, тем сильнее толчок.

2.2 Центростремительное ускорение при катании на коньках.

Из формулы центростремительного ускорения можно сделать вывод, что ускорение прямо пропорционально скорости и обратно пропорционально радиусу окружности. Следовательно, чтобы увеличить ускорение, нужно до виража увеличить скорость и постараться зайти в поворот с меньшим радиусом. Для того, чтобы это проверить, зайдём на несколько виражей с разным радиусом с разной скоростью. Из оборудования – спидометр (приложение на телефон «Спидометр для машин в км/ч»). В итоге, получили следующие значения:

Таблица 2 Результаты проверки центростремительного ускорения

Номер опыта	Радиус, метры	Скорость до поворота, км/ч	Скорость после поворота, км/ч
1	7,5	10	29
2	7,5	20	41
3	30	10	32
4	30	20	45

Проанализировав результаты, можно сделать вывод, что чем выше скорость до поворота, тем будет выше скорость после виража. Также, заходя на вираж с меньшим радиусом, скорость после поворота будет ниже, чем при заходе на более длинный радиус. Это противоречие формуле можно объяснить тем, что из-за длины лезвия конька при заходе на крутой вираж хоккеист жертвует несколькими толчками для выравнивания, из-за чего теряет в скорости.

2.3 Проверка влияния силы трения при катании на коньках на практике.

Для того, чтобы доказать влияние силы трения при катании на коньках, проведём эксперимент: на льду разного качества толкнёмся с места один раз и измерим расстояние от старта до места полной остановки. В итоге, я получил следующие значения:

Таблица 3 Проверка влияния силы трения при катании на коньках

Качество льда	Рас-
---------------	------

	стоя- ние, метры
Идеальное (сразу после шлифовки с водой; погода хорошая, осадков нет)	55
Среднее (не шлифовали 2 часа, использованный)	44
Плохое (тёплая погода, дождь, лёд тяжёлый, есть лужи)	27

Можно сделать вывод, что чем лучше качество льда, тем меньше сила трения, и тем легче отталкиваться.

2.4 Проверка влияния обтекаемости при катании на коньках на практике.

Для того, чтобы доказать влияние силы трения при катании на коньках проведём эксперимент: пробежим одинаковую дистанцию (60) метров два раза: первый в обтекаемой форме, второй с прямой спиной. Из оборудования мы использовали секундомер. В итоге, получили следующие значения:

Таблица 4 Проверка влияния обтекаемости при катании на коньках

Обтекаемая форма	6.40 секунды
Прямая спина	7 секунд

Таким образом, бегая в обтекаемой форме, хоккеист развивает большую скорость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хоккеисту для быстрого и мощного катания мало иметь хорошую физическую форму и необходимо знать физику катания на коньках.

В ходе работы было выяснено, что в катании на коньках включается множество физических законов и процессов, а также важны: длина рычага, центростремительное ускорение, обтекаемость и сила трения. Зная физику, хоккеист может проанализировать своё катание и улучшить его. Для более мощного толчка нужно сесть в низкую посадку, для уменьшения силы трения – следить за

остротой лезвия, для меньшего сопротивления воздуха – принимать обтекаемую форму. Таким образом, я достиг поставленных перед собой целей и выполнил все задачи. Гипотеза подтвердилась.

Библиографический список:

1. Мельников, И. В. Техническая подготовка хоккеиста Москва : АСТ, 2013- 208
2. Мякишев, Г. Я. Физика 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотовский; под ред. Н.А. Парфентьевой.- 7-ое изд. –Москва : Просвещение, 2020- 432 с.
3. Пёрышкин, А.В. Физика 9 класс: учебник / А.В. Пёрышкин, Е.М. Гутник - 7-ое изд., перераб. -М.:Дрофа, 2019-350с
4. Пёрышкин, И.М. Физика 7 класс: базовый уровень: учебник/ И.М. Пёрышкин, А.И. Иванов.- 3-е изд., перераб.- Москва: Просвещение, 2023. 239 с.
5. Учи.ру: [https://uchi.ru/otvety/questions/kakoe-deystvie-okazivayut-na-richag-sili#:~:text=%D0%98%D0%B7%20%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BA%D0%B0%201%20\(2\)%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%BE,%D0%B8%20%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D1%8B%D1%87%D0%B0%D0%B3%D0%B0](https://uchi.ru/otvety/questions/kakoe-deystvie-okazivayut-na-richag-sili#:~:text=%D0%98%D0%B7%20%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BA%D0%B0%201%20(2)%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%BE,%D0%B8%20%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D1%8B%D1%87%D0%B0%D0%B3%D0%B0). (дата обращения: 02.02.2024)
6. Winter life: <https://www.winterlife.ru/teaching/icehockey/36-tekhnika-peredvizhenija-na-konkakh.html> (дата обращения: 03.02.2024)

©Нехорошков М.А., 2025