

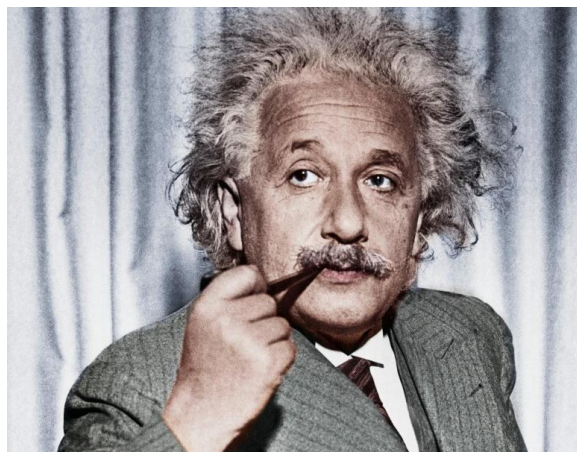
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Лыжная физика

Подготовил

Ученица 5 «В» класса

Парамошина Софья Денисовна



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

Альберт Эйнштейн

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Горные лыжи, как вид спорта. Краткая история лыж
2. Техника горнолыжного спорта
3. Тактика горнолыжного спорта и скоростного спуска
4. Силы, действующие на горнолыжника
5. Определение оптимальной траектории
6. Поворот с ускорением

Заключение

Список литературы

ВВЕДЕНИЕ

На пути к спортивным достижениям стоят преграды, определяемые прежде всего проявлением тех или иных физических явлений и закономерностей. Однако, правильное использование соответствующих

физических законов, может помочь спортсмену в достижении успеха. Знание законов физики необходимо спортсменам, тренерам, спортивным врачам и, наконец, просто любителям спорта.

Все знают, какое место занимает спорт в жизни человека, но далеко не все задумывались над вопросом, какова связь между спортом и физикой, как развитие физической науки влияет на совершенствование спортивных достижений. Ошибаются те, кто считают, что для освоения спортивных вершин достаточно лишь одной физической подготовки. Нет, спорт без науки и, в частности, без физики бессилен...

Горнолыжный спорт один из наиболее распространенных видов спорта среди любителей, с широко развитой сетью соревнований для профессионалов. Он широко представлен на Олимпийских играх. Подготовка горнолыжника требует высокого уровня физической и технической подготовленности.

Мы предлагаем взглянуть на лыжный спорт с точки зрения теоретической механики. Нужно выяснить какое поведение на лыжной трассе позволяют законы механики, для достижения наилучшего результата.

Нашей задачей было взглянуть на лыжника сточки зрения физики и механики. Оценить роль действующих сил.

Объект исследования:

- Горнолыжный спорт, его связь физикой.

Проблема исследования:

- Может ли знание законов физики помочь спортсменам и их тренерам победить?

Гипотеза исследования:

- Знание законов физики необходимо спортсменам и тренерам для победы.

Задачи исследования:

- Увидеть законы физики горнолыжном спорте.
- Выявить связь между этим видом спорта и физикой,

- Подтвердить влияние знаний физики на совершенствование спортивных достижений.

1. ГОРНЫЕ ЛЫЖИ, КАК ВИД СПОРТА. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЛЫЖ

Горные лыжи имеет очень интересную историю. Изначально они использовались альпинистами только для спуска с горы. Любители горных лыж могли часами взбираться на гору для мимолётного спуска вниз.

История горных лыж ведёт своё начало от британцев, не имея в родной стране высоких вершин, много путешествовали, и внесли несомненный вклад в усовершенствование горных лыж. Если говорить о горных лыжах, как о спорте, то первый турнир произошёл в Норвегии. Благодаря лыжникам из деревни Телемаркена, мир мог насладиться смелыми трюками и несомненным мастерством. Соревнования проходили в 1879 году. И как напоминание об этих мастерах горных лыж, первый способ лыжного поворота назван - "Телемарк".

В 1897 году первенство по горным лыжам перешло к Австрии. М. Здарский, австриец по происхождению и почитатель горного спорта, издал иллюстрированную энциклопедию. С его лёгкой руки горные лыжи претерпели изменения – стали 180 см в длину. Здарский впервые в истории стал обучать группы по езде на горных лыжах. Только в конце 20-х годов, горные лыжи заинтересовали любителей в Европе.

Горнолыжный спорт объединяет ныне такие спортивные дисциплины, как слалом, гигантский слалом, супергигантский слалом, скоростной спуск. Отличаются друг от друга протяженностью трасс, перепадом высот между стартом и финишем, количеством ворот, через которые должен пройти спортсмен на дистанции, а также горнолыжное двоеборье, его официальное наименование - альпийская комбинация, включающее в себя слалом и скоростной спуск.

В настоящее время, горные лыжи имеют грандиозный успех. Проводятся соревнования по горным лыжам для спортсменов, а для любителей открываются всё новые и новые лыжные курорты.



В России горнолыжный спорт появился в начале прошлого века, когда среди российских лыжников выделилась группа, которая называлась «горняки». Эти лыжники равнинному бегу предпочли скоростное катание с гор.

В 1923 г. в Москве образовалась первая горнолыжная секция. В 1934 году Свердловск (ныне Екатеринбург) встречал участников первого чемпионата страны по горнолыжному спорту, в программе которого был только один вид — слалом для мужчин.



2. ТЕХНИКА ГОРНОЛЫЖНОГО СПОРТА

Известно, что горнолыжный спорт это "технический" вид спорта и требует специальной подготовки для овладения специфическими приемами в виде спусков и поворотов на горных лыжах. Однако понятия "техника" и "тактика" горнолыжного спорта до сих пор не имеют единого толкования.

Считается, что эти понятия следует рассматривать посредством изучения целенаправленного движения самоуправляемой системы "человек-лыжи", находящейся на наклонной плоскости с переменным углом наклона.

Причиной, или системообразующим фактором, формирования двигательных действий горнолыжника при спуске следует считать возникновение в таких условиях составляющей силы тяжести в виде скатывающей силы. Таким образом, горнолыжник имеет своеобразный "двигатель", увлекающий его вниз по склону. На этой основе горнолыжный спорт, как и фристайл, сноубординг, санный спорт, прыжки в воду, прыжки на лыжах с трамплина и другие можно отнести к группе "гравитационных" видов спорта.

Горнолыжник выполняет "управляющие действия" заключающиеся в управлении движением системы "человек-лыжи" по заранее размеченной горнолыжной трассе с целью затраты минимального времени в конкретных условиях спуска. При катании на горных лыжах выполнение произвольных спусков управление направлением и кривизной траектории поворотов горнолыжник может осуществлять произвольно.

Как управлять спуском на горных лыжах? Для этого горнолыжнику необходимо воздействовать на специальный спортивный снаряд - горные лыжи посредством активных перемещений своего тела, что позволяет изменять направление и скорость системы "человек-лыжи" на основе силового взаимодействия лыж со снежным покровом склона. Комбинации таких двигательных действий представляют варианты технических приемов горнолыжного спорта. Однако перед их выполнением горнолыжник должен мысленно составить план своих будущих действий, что особенно необходимо при спусках с большой скоростью или при движении по сложным горнолыжным трассам. Комбинации таких планов с учетом скорости спуска, расстановки ворот, особенностей рельефа, состояния снежного покрова на трассе, поведения соперников, собственных возможностей спортсмена с последующей их реализацией обычно называются тактическими приемами горнолыжного спорта.

Перейдем теперь к понятию "техника горнолыжного спорта". В учебных пособиях по горнолыжному спорту под техникой подразумевается набор

технических приемов, который и описывается авторами. Такой эмпирический подход фиксирует внимание читателя не на основных биомеханических закономерностях спусков человека на лыжах, а на некоторых их реализациях в виде конкретных приемов. В ряде случаев пособия и соответствующие этой теме статьи в спортивных изданиях содержат сведения о кинематических и динамических характеристиках движения горнолыжника. На основании сравнительного анализа перемещений частей тела спортсменов при спуске на трассе по материалам киносъемки и при рассмотрении умозрительных вариантов внешних действующих сил авторы делают заключение о правильности и неправильности выполняемых технических приемов. Необходимо пояснить, что такой подход на основе методов механики твердых тел нельзя считать плодотворным, т.к. приводимые формулы описывают движение горнолыжника как материальной точки или абсолютно твердого тела. Ни о каких внутренних силах как результатах целенаправленных и согласованных воздействий мышечных тяг тела человека в этом случае речи нет.

В чем же состоит основная задача, например, поворота на горных лыжах? В среде горнолыжников распространено мнение, что такой задачей является нахождение вариантов поворотов, способствующих увеличению скорости спуска. Однако при сколько-нибудь значительной скорости спуска (10 -12 м/с и более) никаких возможностей для ее увеличения у спортсмена нет, так как любые попытки отталкивания от снежной поверхности лыжами или лыжными палками в этих условиях не дают положительного эффекта. Действительно, в таких случаях приобретают ускорение отдельные части системы, например, лыжи и нижние части ног, но вследствие известного закона механики о количестве движения скорость общего центра масс системы "лыжник-лыжи" не изменяется. Он же неоднократно отмечал искаженные и неверные представления многих специалистов горнолыжного спорта о механизмах взаимодействия лыж со снегом при выполнении поворотов.

По нашему мнению, основная задача горнолыжника при спуске на лыжах состоит в создании таких двигательных действий, которые позволят реализовать систему сил взаимодействия лыж со снежным покровом, обеспечивающую управление движением общего центра масс системы "человек-лыжи" по намеченной траектории. Одновременным и очень важным условием служит необходимое качество скольжения на лыжах, которое заключается в обеспечении минимума работы тормозящих сил при спуске. Это позволяет системе "человек-лыжи" приобрести наибольшую возможную в конкретных условиях кинетическую энергию и, следовательно, наибольшую скорость движения.

3. ТАКТИКА ГОРНОЛЫЖНОГО СПОРТА И СКОРОСТНОГО СПУСКА

Понятие тактики горнолыжного спорта разработано гораздо слабее. Обычно вопросы тактики спуска рассматриваются специалистами в учебных пособиях и статьях в виде вариантов прохождения ворот на горнолыжной трассе. В работах отмечается большая значимость для результатов соревнований предварительного изучения особенностей склона, снежного покрова и, самое главное, расстановки ворот на трассе спуска.

В работах под тактикой горнолыжника понимается решение задач по выбору траектории спуска, технических приемов, скорости в их оптимальном сочетании.

В чем состоит тактика горнолыжника с системных позиций? Были проведены ряды работ по расчету оптимальной траектории движения горнолыжника по трассе на криволинейном склоне. На основании разработанных алгоритмов решены задачи оптимизации траектории спуска горнолыжника по трассам слалома, слалома-гиганта и супергиганта при заданных параметрах склона, расстановки ворот и варьируемых параметрах: угол входа в поворот, кривизна траектории движения. Основные зависимости

между параметрами трасс и характеристиками движения горнолыжника проверены экспериментально. Разработана методика определения оптимального угла входа в поворот горнолыжника и радиуса кривизны траектории при обходе им шестов разметки трассы при известных величинах аэродинамического параметра, массы и коэффициента трения лыж о снег.

По нашему мнению, для спортсменов-горнолыжников практической реализацией тактических приемов как главной тактической задачи при движении по размеченной трассе является выбор оптимальной траектории движения центра масс системы "человек-лыжи". Критерием оптимальности для спортсменов является минимальная сумма времени движения системы на каждом участке трассы с учетом особенностей условий спуска и возможностей горнолыжников. Для любителей катания на горных лыжах главная тактическая задача состоит в формировании траектории движения центра масс системы "человек-лыжи" таким образом, чтобы в каждом случае индивидуально ощущаемая скорость не нарушала уверенного (надежного) управление спуском.

Тактика горнолыжного спорта - это способы формирования и реализации на основе имеющегося мотива будущих действий горнолыжника по созданию оптимальной траектории спуска на лыжах (с учетом особенностей склона и подготовленности спортсмена) в виде определенной последовательности элементов в структуре приема, приемов в структуре действия для достижения поставленной цели.

При составлении плана скоростного спуска следует учитывать допустимую на разных участках скорость спуска и в соответствии с трассой наметить использование тех или иных технических приемов преодоления препятствий, прохождение виражей, места торможения. Там, где неизбежен полет, рассчитываются траектория движения, места отрыва и приземления.

Наиболее важная тактическая задача в скоростном спуске — выбор наилучшей траектории, которая наряду с требованием кратчайшего пути спуска должна по возможности избегать участков резких торможений,

способствовать хорошему скольжению, выгодному использованию рельефных форм трассы и не подвергать лыжника излишнему риску. Выбор траектории производится с учетом в первую очередь геометрических характеристик трассы — конфигурации расположения ворот, профиля склонов, направления движения. Далеко не всегда на трассах скоростного спуска траектория должна пролегать возле флагов ворот, как это в большинстве случаев имеет место в слаломе и слаломе-гиганте.

Большое значение имеет место захода в поворот — малейшие просчеты здесь могут привести к сильному боковому сносу, потере темпа. В прямых и косых спусках отдается предпочтение более спокойным по характеру рельефа маршрутам; преодоление неровностей почти всегда связано с потерей скорости, за исключением случая, когда выгоднее перелететь ряд бугров по воздуху, нежели рисковать их пройти скольжением. Траектория спуска должна наилучшим образом использовать рельеф трассы. Ради лучшего скольжения иногда выгоднее бывает удлинить спуск, пройти по более гладкой кривой, чем стремиться, во что бы то ни стало срезать дугу поворота.

Быстрейшее прохождение дистанции скоростного спуска требует от горнолыжника применения рациональной техники, которая должна соответствовать условиям движения: маршруту спуска, рельефу склонов, состоянию снега, скорости. Одной из особенностей этого вида горнолыжного спорта является наличие на трассе таких мест, где необходимо регулировать скорость, тормозить, для того чтобы лучшим образом пройти технически сложные участки, а иногда и обезопасить спуск.

Важным техническим элементом скоростного спуска является торможение. Для сбрасывания скорости движения лыжники применяют удлинение маршрута за счет более широких дуг поворотов, увеличивают лобовое сопротивление при распрямлении стойки. Это наиболее простые способы. Сложнее делать торможения с помощью лыж, особенно если спуск выполняется в узких коридорах по линии ската. Ввод лыж в соскальзывание-торможение на большой скорости связан с риском, поскольку легко зацепить

внешним кантом за бугорки разбитой трассы.

В скоростном спуске чаще, чем в других видах, возникают проблемы, которые не всегда может решить даже опытный горнолыжник. Только постоянно тренируясь, участвуя в соревнованиях, набирая опыт, спортсмен может принимать правильные решения в выборе той или иной тактики на спуске: более высокая стойка с лучшим скольжением или положение «яйца» с минимальным лобовым сопротивлением; срезание дуги на вираже или, наоборот, скольжение по плавной траектории без проскальзывания лыж; сокращение пути с преодолением бугров или объезд по гладкому маршруту и т. п. Таким образом, тактика преодоления трассы в скоростном спуске играет решающую роль.

4. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ГОРНОЛЫЖНИКА

Рассмотрим силы, которые действуют на горнолыжника во время спуска.

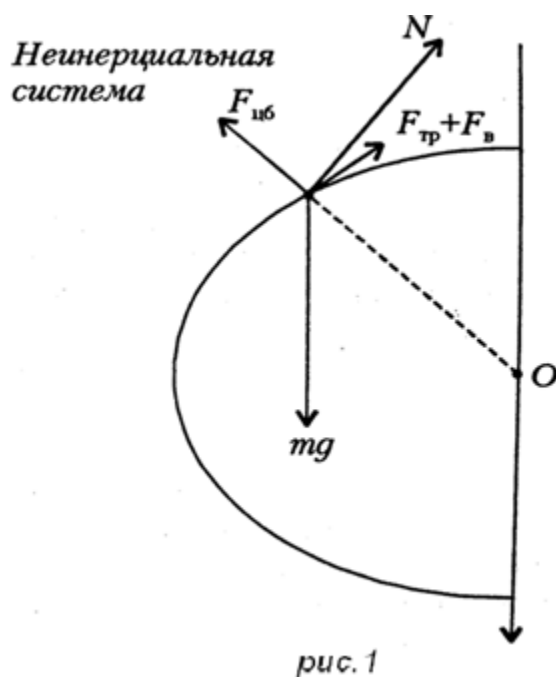


Рисунок 1 – Силы, действующие на горнолыжника.

Центробежная сила - это сила инерции, вводится во вращающейся системе и направлена от оси вращения.

$$F_{цб.} = m^2 * U/R, \text{ где } m\text{-масса, } R\text{- радиус дуги, } U\text{- скорость.}$$

Существуют разные формулировки этого понятия, эту силу называют инерцией. Она обнаруживается всякий раз, когда тело движется по круговому пути. Это один из случаев проявления инерции — стремления движущегося предмета сохранять направление и скорость своего движения. Силу инерции, вводимую во вращающейся системе отсчёта, называют центробежной силой.

Соппротивление складывается из двух сил направленных в одну сторону вдоль лыжи, в сторону противоположную движению. Это сила трения, и сопротивление воздуха.

Важно чтоб сдвигающая сила была не больше силы трения покоя. Сдвигающая сила - эта сила, приложенная к лыже в покое, направлена на то, чтобы сдвинуть лыжу с места. Она равна силе трения сцепления и не может быть при покое больше той, которая рассчитывается. Также существует

определенный коэффициент сцепления лыж со снегом. Он зависит от крутизны склона. Если крутизна склона велика, то скатывающая сила окажется больше коэффициента сцепления и лыжи сорвутся. Улучшение сцепления лыжи со снегом достигается применением мази с высоким коэффициентом сцепления. Тогда лыжа хорошо «держит» и на равнинной лыжне, и на подъемах.

Сопротивление воздуха. Силы сопротивления воздуха возникают при относительном движении лыжника и воздуха. Оно зависит в основном от сопротивления формы тела и сопротивления трения между телом и воздухом. Вредное влияние сил сопротивления воздуха всегда проявляется при движении лыжника против потока воздуха. Однако, когда поверхность движущихся частей тела невелика или скорости малы (например, рывок туловищем вверх при отталкивании ногой), сопротивление воздуха ничтожно. Более всего оно сказывается при больших скоростях. Также, если лыжник на спуске сменит высокую стойку на низкую, лобовое сопротивление уменьшится почти в 3 раза. Этой же цели служит аэродинамическая обтекаемая стойка в скоростном спуске. Если же попутный ветер имеет скорость, одинаковую со скоростью лыжника, то сопротивление воздуха исчезает. При сильном попутном ветре (скорость воздуха больше, чем лыжника) поток воздуха служит уже не тормозящей, а движущей силой.

Реакция опоры. Мы считаем, что поворот - это сознательное изменение траектории движения, путем целенаправленного взаимодействия со снежным склоном под действием постоянной силы тяжести. Чтоб развернуться лыжник будет взаимодействовать со внешними силами: это реакция опоры, сила сопротивления воздушной среды. При условии присутствия сих, реализуются внутренние силы: физическая тяга мышц, и деформация лыжи. Жесткость лыжи определяется двумя параметрами: продольной жесткостью (способность изгибаться в продольном направлении) и торсионной жесткостью (жесткость на скручивание). От продольной жесткости зависит реакция лыжи на давление веса лыжника. Чем более мягкая лыжа, тем проще войти в поворот. Жесткие

лыжи потребуют больше усилий и умения.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Теперь мы будем выявлять главное - оптимальную траекторию. Нам нужно проехать дистанцию за минимальное время.

Сначала, рассмотрим движение на повороте, т.е. движение по окружности. В связанной с лыжником системе отсчета, введем центробежную силу ($F_{цб}$), направленную от центра дуги, равную:

$$F_{цб.} = m^2 * U/R, \text{ где } - R \text{ радиус дуги.}$$

Центр тяжести лыжника в этой системе неподвижен: значит, в любой момент времени равнодействующая приложенных сил равно нулю. Поэтому сила реакции снега должна быть направлена к центру дуги - ведь это единственная сила, которая может скомпенсировать $F_{цб}$. У саночников это обеспечивается наклоном желоба. А у лыж для лучшего сцепления со снегом скользящая поверхность имеет металлические канты.

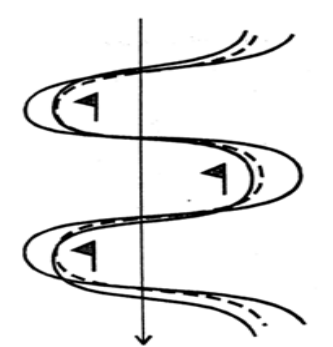


Рисунок 2 - Варианты выбора маршрута на трассе слалома.

Пунктиром выделенная кривая – оптимальная траектория.

Лыжник на повороте испытывает большую нагрузку. Суммарная перегрузка превышает $2g$, то есть примерно равна удвоенному весу лыжника.

Причем падает она в основном на «внешнюю» ногу (попытка встать на внутреннюю лыжу, обычно заканчивается падением). Спортсмену (даже если считать его материальной точкой) предстоит найти оптимальную траекторию. Вид оптимальной траектории определяется сочетанием целого ряда факторов. Прежде всего, желательно пройти трассу кратчайшим путем, как можно меньше уклоняясь от линии склона. При этом мы выигрываем не только из-за сокращения расстояния, но и за счет увеличения средней крутизны маршрута – чем круче склон, тем больше скатывающая сила и тем меньше сила трения. В то время как идеальная линия уже обозначена флажками, слаломисты стараются идти как можно ближе к флагам, отбивая их плечом и корпусом.

Можно оценить потерю времени вследствие удлинения пути. Пусть отклонение от оптимальной кривой составляет всего лишь ± 10 см. Того же порядка будет удлинение каждой из образующих ее дуг. На слаломной трассе из 50 ворот при средней скорости 10 м/с проигрыш окажется вполне ощутимым, по формуле для нахождения времени посчитаем: К каждому повороту прибавится по 10 см., поворотов 50.

$$S=50 \times 0,1\text{м}; U=10 \text{ м/с.}$$

$$t= 0,5 \text{ сек.}$$

Также нельзя спрямлять участки пути, между флагами. Во-первых, при этом придется сбрасывать скорость, чтоб вписаться в крутой поворот, во-вторых, путь по прямой не всегда быстрее. Ведь тело начинает движение с более крутого участка пути, и получив большое ускорение начинает движение. Путь по дуге длиннее, он начинается с более крутого участка. С этой точки зрения траектория, составленная из плавно сопряженных дуг, также оказывается лучше, чем та, где прямые участки с резкие поворотами.

6. ПОВОРОТ С УСКОРЕНИЕМ

Попробуем прикинуть энергетический баланс горнолыжника. При движении по дуге на лыжника действуют сила тяжести и центробежная сила инерции (рис.4). В начале поворота их равнодействующая минимальна, а в конце дуги максимальна. Приседая, лыжник совершает отрицательную работу, а вставая положительную. Однако, когда он разгибается в начале пути на него действует меньшая сила, чем при приседании в конце.

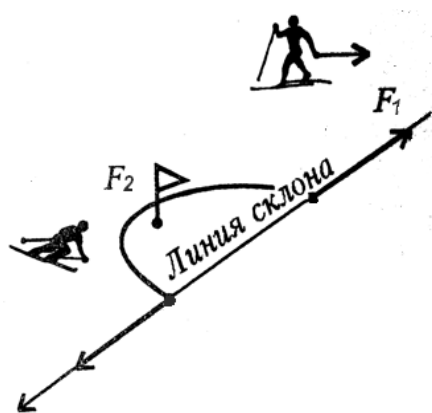


Рисунок 4 - Равнодействующие сил тяжести и центробежной в начале и в конце дуги: F_1 , меньше F_2 .

Лыжник совершает работу обратную той работе, которая препятствует движению. Таким образом, придавая ускорение, так же как на примере с качелями. Свобода движений и уникальные динамические возможности отличают горные лыжи от санок и бобслея. Только не обольщайтесь, ведь наша теоретическая модель «сесть - встать на два счета» предельно упрощена. Учиться плавать надо в воде. И не было еще на свете лыжника, не измерившего собой пару-тройку больших сугробов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лыжнику на трассе первым делом придется встретиться с центробежной силой при повороте. Итак, чтоб преодолеть её действие и не потерять время из-за заносов, лыжник должен поставить лыжи как можно круче к склону, врезаться кантами в снег. Также ему не следует спрямлять участки пути, так-так въехать в крутой поворот будет сложнее, придется сбрасывать скорость. Нужно идти ближе к флажкам, составляя дистанцию из плавно сопряженных дуг. Также нельзя недооценивать роль аэродинамики. У лыжника должен быть обтекаемый костюм из правильной ткани. При выборе лыж нужно учитывать погодные условия. Так же чтобы придать себе ускорение на повороте. Нужно воспользоваться теорией распределения энергии и силы.

Только при качественном полном анализе какой-либо спортивной дисциплины можно добиться хороших результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутин, И. М. Лыжный спорт [Текст]: учебник / И. М. Бутин – М.: АСАДЕМА, 2000 г. – 547 с.
2. Селуянов, В. Н. Подготовка горнолыжников [Текст]: метод. пособие / В. Н. Селуянов, В. А. Рыбаков, М. П. Шестаков – М.: ИНФРА-М, 2005 г. – 139 с.
3. Техника - молодежи 1953-01, страница 37 Статья В. Иванова
4. Интернет ресурсы.