

Горные лыжи с точки зрения взаимодействия лыж со снегом

Никто из нас не катается так хорошо, как бы нам этого хотелось. И для большинства из нас достичь улучшения не так-то просто. Мы пытаемся уловить те редкие моменты, когда всё было правильно и мы делали повороты, которые вселяли в нас ощущение совершенства. Мы припоминаем интересные советы, которые когда-либо слышали, или визуальные образы выбранных нами идеалов, но наш собственный прогресс скроман и неуловим. Наиболее конкретный путь к улучшению катания проходит через три основные составляющие:

- * приобретение точного понимания процесса катания на горных лыжах, а также понимания всех компонентов хорошей техники,
- * ясное представление образов горнолыжников мирового класса в их самые лучшие моменты
- * практика, огромное количество поворотов ваших лыж.

Текст и диаграммы в этой книге помогут вам освоить первую составляющую, иллюстрации – вторую. За вами останется третья часть.

Горные лыжи – это спорт сил и импульсов (импульс – вектор, равный произведению вектора скорости на массу. Вектор – характеристика, имеющая не только численное значение, но и направление в пространстве – *Прим. ред.*). Когда спуск даёт приятное ощущение, именно силы создают его. Мы начинаем движение, но затем хотим изменить его направление или скорость. Такие изменения импульса могут быть вызваны только действием на нас внешних сил. К значимым силам, которые воздействуют на нас, можно отнести силу тяжести и силу сопротивления снега. Снег воздействует на нас через наши лыжи и палки. Мы управляем этими инструментами, заставляя силу тяжести и силы, воздействующие со стороны снега, преобразовывать наш импульс в желаемую форму. В следующих нескольких главах мы рассмотрим, как склон и лыжник взаимодействуют в процессе спуска посредством лыж, ботинок и палок.

«Очередная революция»

По крайней мере один раз в десятилетие какой-нибудь эксперт по горнолыжной технике заявляет, что в горнолыжном спорте произошла революция. Либо снаряжение претерпело существенные изменения, либо кто-нибудь (обычно сам эксперт) открыл какой-нибудь новый метод катания, который сметает почти всё, что вы знали и умели раньше. Толпы обнадё-

женных лыжников подписываются под новой основной техникой с надеждой на то, что они наконец-то превратятся в таких лыжников, которыми они всегда мечтали стать.

Я не делаю таких заявлений. Очень редко человек способен самостоятельно и сознательно изобрести великолепную горнолыжную технику. Я верю, что совершенствование техники происходит в

соответствии с теорией Дарвина: эволюция исходит от ног талантливых лыжников всего мира. Выживает то, что приносит результаты. Лучших спортсменов копируют их конкуренты. Лыжнику, который успешнее всех спускается по крутым склонам в сложных снежных условиях, стараются

подражать его менее успешные друзья. Я также верю, что наиболее значительные элементы горнолыжной техники используются уже на протяжении десятилетий и что действительно изменяется со временем, так это то, как часто эти элементы проявляются в спусках лучших спортсменов.

Внешний вид и функциональность

Большая привлекательность горных лыж – в их стильности. Они были бы весьма скучны, если бы не давали нам возможности самовыражаться. Я лично никогда не чувствовал себя таким изящным, подвижным и физически выразительным, каким я чувствую себя на горных лыжах.

Однако существует и обратная сторона в их привлекательности. Концентрация внимания на внешнем виде вместо функциональности часто не позволяет достичь ни того, ни другого. Тот, кто, например, больше всего хочет кататься, держа ноги вместе, редко добивается этой цели в условиях, далёких от идеальных. С дру-

гой стороны, те, кто выбирает путь наиболее функциональной техники, часто достигают такого уровня, когда они могут держать лыжи настолько близко или далеко друг от друга, насколько им этого хочется, в любых условиях.

Я, конечно, не хочу этим сказать, что вас должна занимать только техническая правильность катания на лыжах. Ощущения от спусков на лыжах просто великолепны. Это есть и должно быть главной причиной того, зачем вы катаетесь.

Однако имейте в виду, что гладкая дорога к красивому катанию вымощена хорошей техникой (см. рис. 1.1).



Рис. 1.1. Физическое выражение в повороте аэроплан

От снега вверх

Много лет назад я прочитал статью об одном успешном автогонщике, которая изменила мой подход к лыжам. Автогонщик сказал, что всё, что он делает за рулём, продиктовано и обосновано тем, как это воздействует на четыре области соприкосновения шин с дорожным покрытием.

С тех пор я пришел к выводу, что каждый элемент горнолыжной техники должен рассматриваться в рамках того, как он влияет на наше взаимодействие со склоном. Мы поворачиваем и тормозим благодаря тому, что снег воздействует

на нас через лыжи определённым образом. Мы манипулируем лыжами и располагаем наше тело определённым образом, чтобы вызывать силы реакции склона и уравнивать их.

Это моя главная тема. Как снег воздействует на нас, чтобы заставить нас повернуть или замедлиться? Как наши лыжи должны взаимодействовать со снегом, чтобы вызвать необходимые силы? Как нам наиболее эффективно вызывать это взаимодействие и потом сохранять баланс с возникшими в результате этого взаимодействия силами?



Херманн Майер

Принципы механики в горных лыжах

Горные лыжи – это спорт ощущений. Нам нравится то, что мы чувствуем в процессе катания. Нам даже нравится то ощущение, которое мы испытываем при виде другого лыжника, выполняющего отличный поворот. Так что же мы чувствуем? Силы. Те самые силы, которые сэр Исаак Ньютон полностью описал в своих трёх элегантных законах движения. Силы, которые управляют движением планет и шаров на бильярдном столе, это те же самые силы, которые поворачивают лыжи и дают нам потрясающие ощущения от катания.

Силы

В своих известных *«Лекциях по физике»* ныне покойный нобелевский лауреат профессор Ричард Фейнман говорил: «Законы Ньютона... говорят нам: *обратите внимание на силы*. Если объект [изменяет скорость или направление], то работает какая-то сила: найдите её» (в издании на русском языке: том I, глава 9, параграф 3). Вся суть горных лыж в изменении скорости и направления или, иными словами, в изменении импульса. Итак, если мы хотим понять механику горных лыж, то, следуя Фейнману, мы должны искать и понимать природу сил, воздействующих на импульс лыжника.



Рис. 2.1. Понимание горных лыж требует чёткого представления о силах, формирующих момент движения лыжника

Для начала мы должны разделить силы на две категории: внутренние и внешние.

Внутренние силы – это те силы, которые создаёт лыжник своими мышцами. Они используются для изменения взаимного расположения частей тела и управления лыжами и палками. Внутренние силы также используются для передачи давления на склон и получения реакции от него. Закантовка лыжи поворотом ноги внутрь – пример использования внутренней силы для управления лыжами.

Разворот корпуса в долину в конце дуги поворота – перерасполагающее движение, созданное внутренними силами. При быстром распрямлении для разгрузки лыж внутренние силы используются для перемещения вверх центра тяжести лыжника. Внешние силы, в свою очередь, это то, что воздействует на тело извне. Для лыжника гравитация, сопротивление снега и аэродинамическое сопротивление – всё это примеры внешних сил. Внешние силы имеют первостепенное значение, поскольку только они могут влиять на перемещение лыжника в целом. Итак, каков же эффект воздействия одной из внешних сил? Гравитация (сила тяготения) – основная сила взаимодействия между вашим телом и Землёй – разгоняет вас, и, благодаря этому, вы получаете импульс. Далее, используя лыжи, вы взаимодействуете со снегом так, чтобы вызвать силы, которые изменят направление вашего движения или замедлят его.

Силы взаимодействия со снегом

Практически все, что мы делаем на лыжах, зависит от того, как снег воздействует на нас. Мы хотим разогнаться, и снег помогает нам тем, что он скользкий. Мы хотим замедлить движение, и снег покорно давит на нас, оказывая сопротивление нашему моменту движения. Мы хотим повернуть, и снег толкает нас в том направлении, куда мы хотим двигаться.

Лыжник будет разгоняться, замедляться или поворачивать, только если на него воздействует внешняя сила. Сила тяжести разгоняет нас, а силы реакции снега тормозят нас и изменяют направление движения. Мы давим на лыжи, прижимая их к снегу определённым образом, а снег в ответ воздействует на нас.

Снег воздействует на лыжника двумя путями. Первый – это сила трения между снегом и скользящей поверхностью лыжи. Эта сила тормозит нас, когда мы скользим вниз с направленными прямо вперёд лыжами. Трение может только замедлить вас, оно не может повернуть лыжника. Эта сила воздействует в направлении, параллельном скользящей поверхности лыжи, и она более или менее постоянна. Вы можете лишь незначительно изменить её, смазав лыжи.

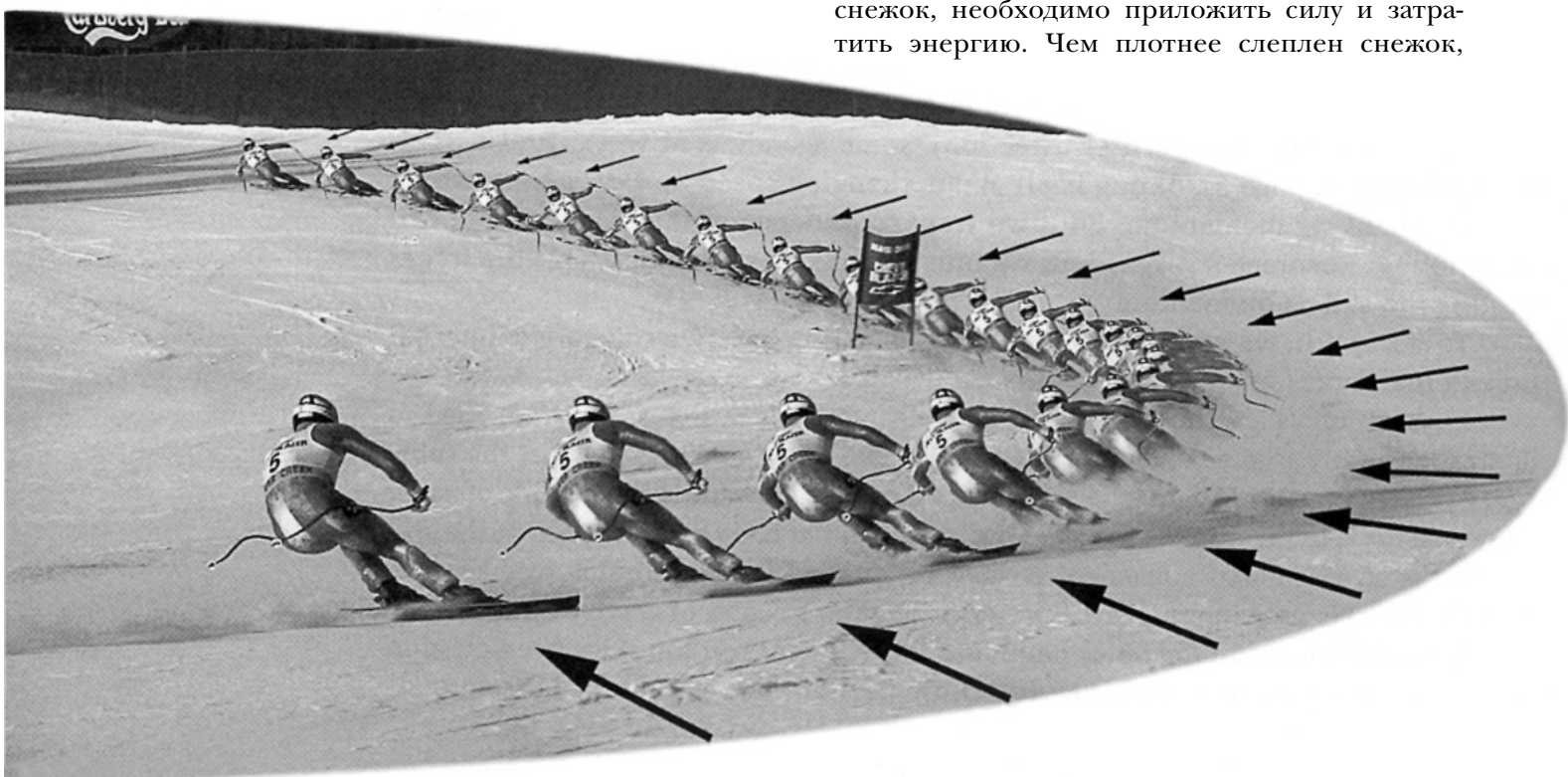


Рис. 2.2. Сопротивление снега его сжатию и ломке контролирует движение лыжника

Другая внешняя сила, исходящая от снега, которая действительно делает катание столь интересным, это сила сопротивления сжатию и ломке снега (рис. 2.2). Это свойство снега вызывает силы, воздействующие на нас через лыжи. Именно оно заставляет нас поворачивать или уменьшать скорость.

Эта сила влечёт нас из одной резаной дуги в другую. Эта сила снега заставляет нас влюбляться в горные лыжи.

Для того чтобы превратить горсть снега в снежок, необходимо приложить силу и затратить энергию. Чем плотнее слеппен снежок,



тем больше сопротивление и тем большую силу нужно приложить, чтобы сжать его ещё плотнее. Вы сжимаете снежок, а он давит обратно (рис. 2.3). Когда вы надавливаете лыжами на снег, он реагирует ответной силой. Когда вы просто стоите, снег всего лишь реагирует на ваш вес. Когда вы движетесь и помещаете лыжи под углом к направлению своего движения, снег одновременно реагирует и на ваш вес, и на импульс. Мы будем говорить, что со стороны снега к лыжнику прикладывается *сила реакции*.

Именно эта сила реакции контролирует вашу скорость и направление движения. Можно сказать, что остальная часть книги посвящена этой силе – тому, как мы регулируем её вектор, чтобы ехать в желаемом направлении определённым образом.

Условно можно сказать, что сила реакции снега всегда перпендикулярна скользящей поверхности лыжи, поскольку эта поверхность достаточно скользкая и горизонтальной составляющей – силой трения – можно пренебречь. Это важный факт, говорящий о том, как нам необходимо расположить лыжи, чтобы добиться нужного результата.

Иногда проще рассуждать в рамках давления между лыжами и снегом вместо силы, но вы увидите, что и этот термин проскальзывает в ходе дальнейшего изложения. Давление, простыми словами, – это сила, распределенная по некоторой поверхности. Человек на лыжах в глубокой целине прикладывает к снегу силу, не меньшую по сравнению с той, которую прикладывает человек того же веса, стоящий без лыж.

Но человек на лыжах оказывает значительно меньшее давление на снег. Он прикладывает намного меньшую силу к каждому квадратному сантиметру снежной поверхности, поэтому он и погружается в снег существенно меньше, чем человек в обуви. С другой стороны, если человек, весящий в два раза больше, встанет на лыжи того же размера, то он погрузится глубже, так как окажет и в два раза большее давление на снег. Контроль давления или контроль силы, действующей на снег, для лыжника по сути одно и то же.

Реакция снега является своего рода датчиком

для действительно опытного лыжника. Он ощущает и уравнивает её, оценивает качество своих движений по ней. Когда лыжник начинает чувствовать эту силу и балансировать с её учётом, он переходит на другой уровень в своём катании. Это значит, что он усвоил фундаментальный урок горных лыж: ощущение при катании – это основное, по чему можно оценить его качество.

Импульс

Импульс или, другими словами, инерция – это одно из фундаментальных свойств Вселенной, которое непросто определить. Сэр Исаак Ньютон назвал его «количеством движения» – произведением массы тела на его скорость. Концепцию импульса проще понять, наблюдая за его проявлениями.

Импульс – это свойство движущегося объекта сопротивляться торможению или изменению направления движения. Иными словами, это то качество, которым обладает ваш автомобиль, когда движется, и благодаря которому у вас изнашиваются тормоза и покрышки.

Как только вы начинаете движение на лыжах, у вас появляется импульс. Ваш импульс будет сохранять ваше движение в том же направлении и с той же скоростью, с которой вы начали движение, до тех пор, пока какая-нибудь внешняя сила не начнет воздействовать на вас. Последнее предложение имеет глубокий смысл. Вы, лыжник, можете изменить скорость или направление только под воздействием внешней силы. Это, по существу, и есть первый закон движения Ньютона.



Рис. 2.3. Целинный снег спрессовывается до тех пор, пока сила сопротивления не возрастёт до такой степени, что сможет поворачивать лыжника

Центр тяжести лыжника

Центр тяжести – незаменимое понятие для осмысления механики горных лыж. Если бы мы попытались определить полный эффект от воздействия хотя бы одной силы, рассматривая её воздействие на каждую часть нашего тела, мы бы столкнулись с большой и сложной задачей. Вместо этого мы можем получить тот же результат, рассматривая воздействие этой силы на одну-единственную точку – центр тяжести лыжника.

Центр тяжести объекта – это центральная точка, вокруг которой равномерно распределена вся его масса. Если вы подбросите предмет в воздух, закрутив его, то он будет вращаться вокруг своего центра тяжести. Центр тяжести объекта почти совпадает с его центром масс, а различие так мало и незначительно, что в нашем рассмотрении им можно пренебречь.

У твердого симметричного объекта, например баскетбольного мяча, центр тяжести находится в геометрическом центре объекта. Центр тяжести твердого объекта, имеющего неправильную форму, например бумеранга, может лежать вне самого объекта (см. рис. 2.4).

Всё немного усложняется, если объект имеет движущиеся части, как, например, тело человека. Расположение центра тяжести такого объекта может меняться по мере того как отдельные части меняют своё взаиморасположение.

Центр тяжести человека – это не фиксированная точка. Для человека, стоящего с опущенными вниз по бокам руками, центр тяжести находится внутри, примерно на уровне пупка в нескольких сантиметрах от позвоночника. Но положение центра тяжести изменяется, как только человек сгибается, распрямляется, скручивается и поворачивается. Он часто оказывается вне тела человека.

На рис. 2.5 показано примерное место центра тяжести лыжника в двух типичных для катания положениях.

Каждая основная часть тела также имеет свой центр тяжести, и в некоторых обстоятельствах должна рассматриваться отдельно. Если, например, лыжник расслабит поясничные мышцы и мышцы бёдер, въезжая на бугор, центр тяжести ног, ботинок и лыж будет смещен вверх. В то же время верхняя часть тела выше бёдер будет смещена вниз под действием силы тяжести (см. рис. 2.6).

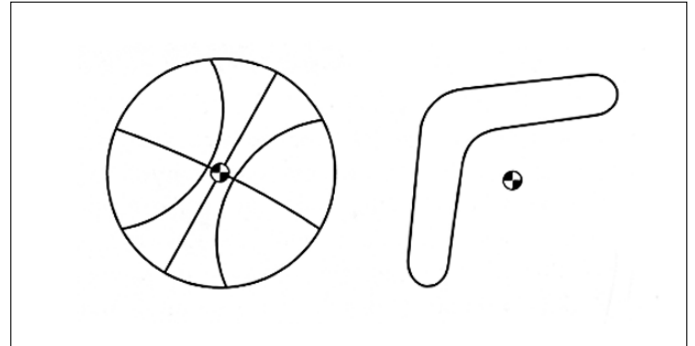


Рис. 2.4. Центр тяжести может находиться внутри или снаружи объекта



Рис. 2.5. Положение центра тяжести лыжника в некоторых типичных позициях



Рис. 2.6. В то время как Сара Къелин сгибается и разгибается, проходя бугор, центр тяжести корпуса идёт по иному пути, чем ее ноги, ботинки и лыжи

Катя Зайцингер и германская волна

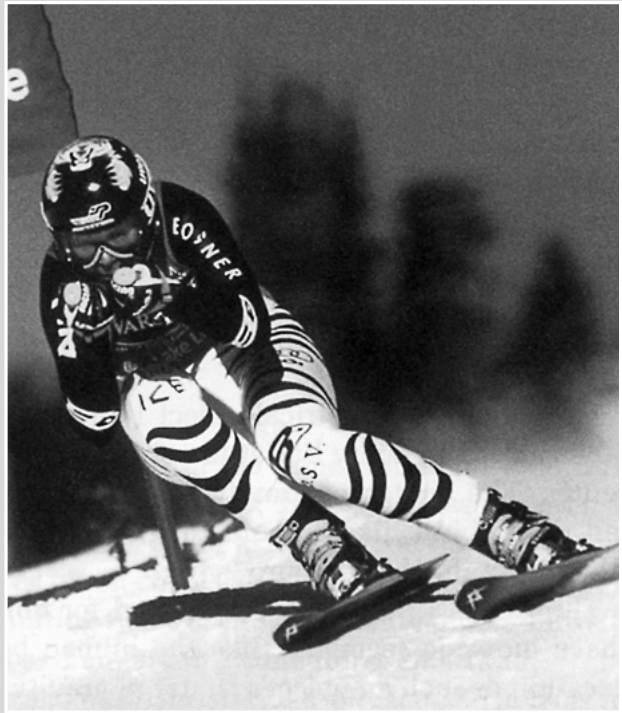
Катя Зайцингер, лидер германской женской сборной, стала для команды проводником к мировому лидерству, что редко случается в горнолыжном спорте. Германия всегда была представлена командой с отдельными выделяющимися звёздами, такими, как Христиан Неуреутер, Роза Миттермайер и Маркус Вассмайер. Теперь тройка – Зайцингер, Мартина Эртл и Хильда Герг – сразу выделяется из массы спортсменов. Никогда еще горнолыжный мир не видел трёх лыжниц такого всеобъемлющего таланта и уровня, которые бы выступали за одну команду в одно и то же время.

Ниже приведены результаты, показанные этими немецкими лыжницами на Кубке мира 1998.

- * Общий зачет: Зайцингер – 1, Эртл – 2, Герг – 3.
- * Скоростной спуск: Зайцингер – 1, Эртл – 21, Герг – 5.
- * Супергигант: Зайцингер – 1, Эртл – 4, Герг – 7.
- * Слалом-гигант: Зайцингер – 6, Эртл – 1, Герг – 9.
- * Слалом: Зайцингер – 12, Эртл – 5, Герг – 3.
- * Комбинация: Зайцингер – 2, Эртл – 3, Герг – 1.

Их результаты на Олимпийских играх в Нагано были не менее впечатляющими. У женщин в альпийских видах спорта разыгрывалось пятнадцать медалей, и шесть из них – более трети – выиграны этими тремя спортсменками: три золотые, одна серебряная и две бронзовые. Их успех также включал и все медали в комбинации. Из этого трио Зайцингер – лыжница с великолепным чувством снега, которая меньше всего обращает внимание на совершенство техники. Положение её рук может не всегда соответствовать идеалу, но вот лыжи идут великолепно. У нее мягкое и нежное чувство снега, что с начала 1990-х делало её постоянной претенденткой на победу в скоростном спуске и супергиганте, и, конечно, помогло ей стать сильнейшей спортсменкой скоростных дисциплин десятилетия.

Она – единственная женщина в истории, выигрывавшая олимпийские золотые медали последовательно в одной и той же дисциплине (скорост-



ной спуск) и одна из двух женщин, кто выиграл три олимпийские золотые медали.

Герг – лучшая слаломистка из этого трио, обладающая простым и надёжным стилем, кроме того, она блистала и в скоростных дисциплинах, выиграв Кубок мира 1997 в супергиганте. Ее катание лишено стильных и ярких движений, кажется, будто Герг просто ставит свою внешнюю лыжу в нужном направлении и стоит на ней. Среди других достижений она выиграла золотую медаль в слаломе на Олимпийских играх 1998 года.

Эртл – лучшая в слаломе-гиганте, наиболее техничная лыжница из трио. Её движения стабильно точны и плавны, её баланс совершенен, а выбор траектории безупречен. Вы редко увидите, как Эртл делает большие корректировки или поправки при движении. Интересно, что из троих у Эртл меньше всего отличительных черт женской техники. Этим она похожа на свою самую большую конкурентку в слаломе-гиганте – Дебору Компаньони. Это мощное трио охватывает спектр ключевых горнолыжных навыков и талантов, и, таким образом, являет собой законченный учебник по современным спортивным горным лыжам.

Работа с силами, импульсом и центром тяжести лыжника

Силы и импульсы имеют два характерных свойства: величину и направление. Сила тяжести, например, действует в направлении центра Земли. Когда вы сидите на кресельном подъёмнике, кресло действует на вас с силой, направленной противоположно силе тяжести и слегка большей по величине, поэтому оно поднимает вас от центра Земли.

На протяжении этой книги я буду использовать стрелки – стандартный прием, который используют инженеры, чтобы представить силы и импульсы. Длина и направление стрелки будут соответствовать относительной величине и направлению силы или импульса, которые обозначаются.

Сила тяжести, действующая на что-нибудь, может быть представлена стрелкой, направленной к центру Земли. Импульс лыжника может быть показан стрелкой, направленной в сторону его движения, длина которой пропорциональна скорости и массе лыжника. Точная длина стрелок, которые мы используем, не столь важна – она должна быть лишь пропорциональна длинам стрелок других величин, изображенных на одном и том же рисунке.

Торможение и повороты – изменения импульса

Торможение приводит к уменьшению величины импульса лыжника. Это может произойти, только если лыжник встречается с силой, действующей в направлении, хотя бы частично противоположном движению.

Лыжник поворачивает, когда его импульс меняет направление. Это происходит, только если сила действует на лыжника сбоку. На рис. 2.7 показано, каким образом эти эффекты могут происходить изолированно или одновременно, в зависимости от направления, в котором на лыжника действует внешняя сила.

Сложение сил

Когда две или более сил действуют на тело, они оказывают совместный эффект так, как будто на тело действует лишь одна сила. Иными словами, мы можем заменить все эти силы одной, и тело будет реагировать точно так же. Эта единственная сила называется результирующей приложенных сил.

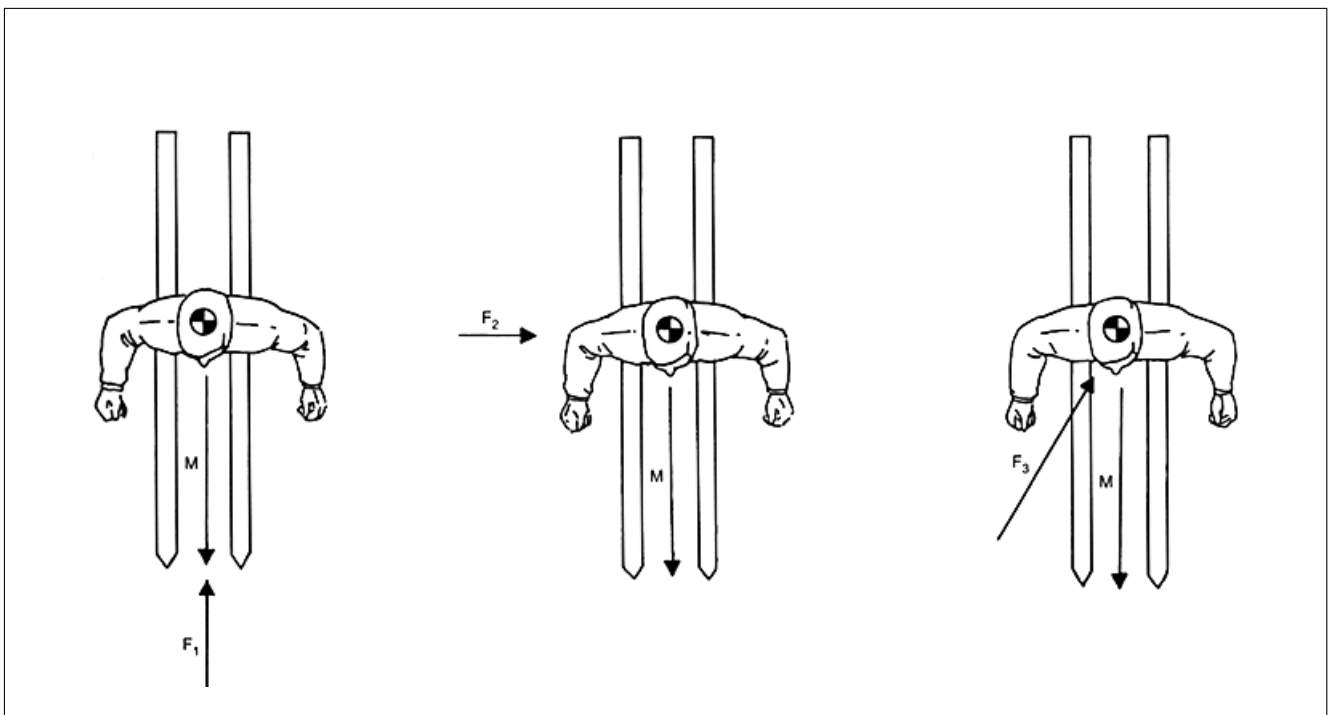


Рис. 2.7. Сила F_1 уменьшает импульс лыжника M , потому что она направлена в противоположную сторону. Поскольку F_2 перпендикулярна M , то эта сила изменяет направление момента лыжника, но не его величину. Сила F_3 изменяет как направление, так и величину импульса (лыжник замедляется и поворачивает), так как сила действует по диагонали к движению

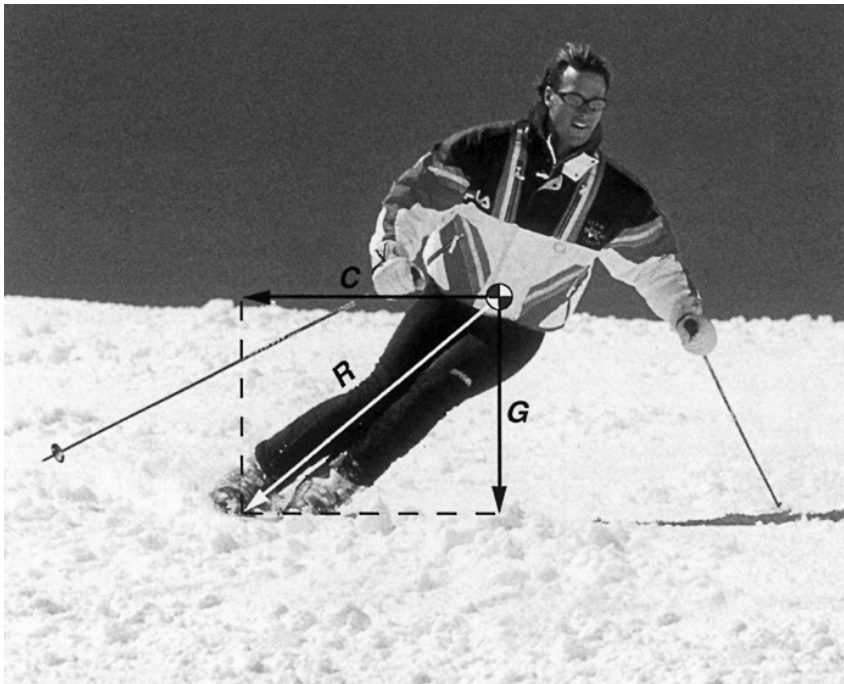


Рис. 2.8. Центробежная сила C объединяется с силой тяжести G , формируя результирующую силу R , действующую на лыжника

В повороте вы ощущаете две силы: силу тяжести и центробежную силу. (Мы не будем здесь обсуждать природу центробежной силы, которая, как некоторые могут возразить, не является настоящей силой. Для нашего случая вполне приемлемо рассматривать её именно как силу.) Как показано на рис. 2.8, эти две силы оказывают совместный эффект, определяющий, как далеко вы должны наклониться внутрь поворота для сохранения равновесия и какой величины и направления будет сила сопротивления снега.

Легко найти результирующую этих двух сил. Мы просто рисуем стрелки для каждой силы с началом в центре масс, потом рисуем параллелограмм, используя эти стрелки в качестве сторон, как изображено на рис. 2.8. Новая стрелка, обозначающая диагональ, показывает результирующую силу. Если нам нужно, мы можем добавить третью силу, сложив её с результирующей точно так же, как складывали первые две. Таким образом можно сложить любое количество сил. В этой книге мы рассмотрим, как формируются результирующие силы, действующие на лыжника, лыжи и снег, и как нужно ими управлять.

Разложение силы по компонентам

Кроме сложения сил, для поиска результирующей иногда необходимо разбить одну силу на составляющие. Для разложения силы по компонентам мы рисуем параллелограмм, в котором исходная сила является диагональю. Стороны

параллелограмма, прилежащие к началу или концу раскладываемой силы, будут составляющими силами. На рис. 2.9 показана сила реакции снега, которая воздействует на лыжи и лыжника, разложенная на две компоненты: одна компонента замедляет движение лыжника (S_d), другая изменяет траекторию движения (S_t). Отметим, что мы можем нарисовать сколь угодно много параллелограммов, диагоналями которых будут являться раскладываемые по компонентам силы. Таким образом, мы можем разложить исходную силу на бесконечное множество компонент. Выбираемая пара сил зависит от того, что мы хотим выяснить. В случае, изображенном на рис. 2.7, нам интересно знать, какая часть от силы реакции снега тормозит лыжника, а какая его поворачивает.

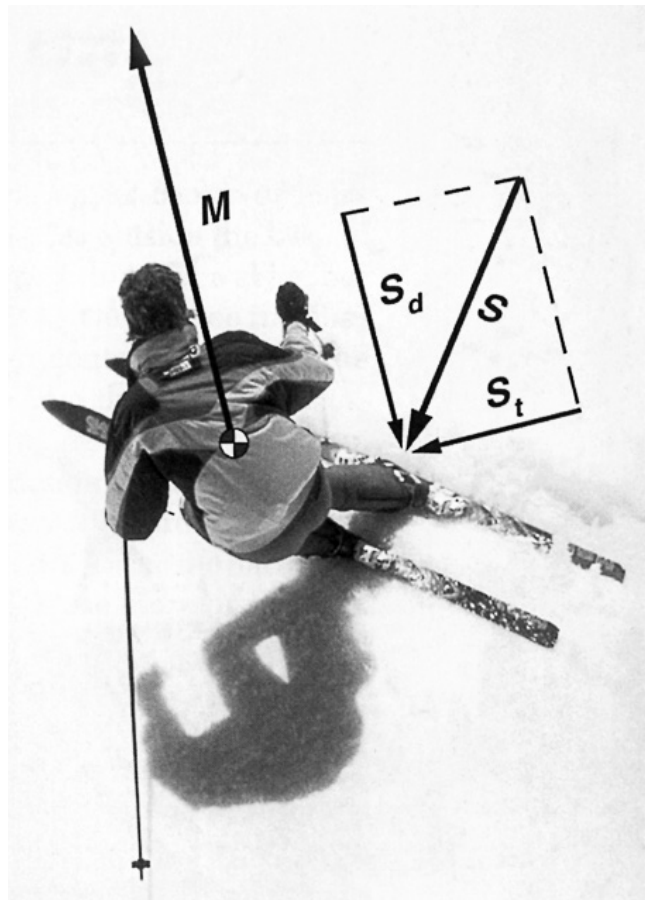


Рис. 2.9. Сила сопротивления снега S может быть разложена на две компоненты: S_d — оказывает тормозящее действие и S_t — изменяет траекторию движения. Углы между этими силами и импульсом лыжника M (не его лыжами) определяют величину воздействия, оказываемого этими силами на движение лыжника

Вращение

Силы и импульсы, о которых мы так долго говорили, всегда действуют по прямым линиям. Они линейны. Далее будет описан другой тип сил и импульсов, относящихся к вращению.

Момент вращения

Момент вращения – это вращающая сила. Вы вворачиваете штопор в пробку бутылки вина, прикладывая момент вращения. Когда вы заворачиваете болт гаечным ключом, сила, которую вы прикладываете к рукоятке, передается на болт в виде момента вращения. Рукоятка действует на болт, как рычаг. Чем длиннее рукоятка, тем больше плечо и тем больше момент вращения.

Момент импульса

До этого мы обсуждали только один вид импульса – *линейный импульс*, зависящий от скорости

тела и его массы. Вращающееся тело имеет *угловой импульс* или, что то же, момент импульса. Линейный импульс вращающегося волчка, стоящего на одном месте, равен нулю. Но волчок имеет отнюдь не нулевой момент импульса (см. рис. 2.10).

Момент импульса зависит от скорости вращения и от так называемого веса вращения или момента инерции – это более правильный технический термин.

Момент инерции тела зависит от распределения массы внутри тела и от оси, вокруг которой осуществляется вращение. Момент инерции лыжи относительно продольной оси (оси, вокруг которой лыжа вращается при закантовке) намного меньше момента инерции относительно поперечной оси (оси, вокруг которой вращается лыжа в повороте). Кроме того, короткие и широкие лыжи имеют меньший вес вращения, чем длинные узкие лыжи той же массы. Итак, поскольку меньший вес вращения требует меньшего мо-

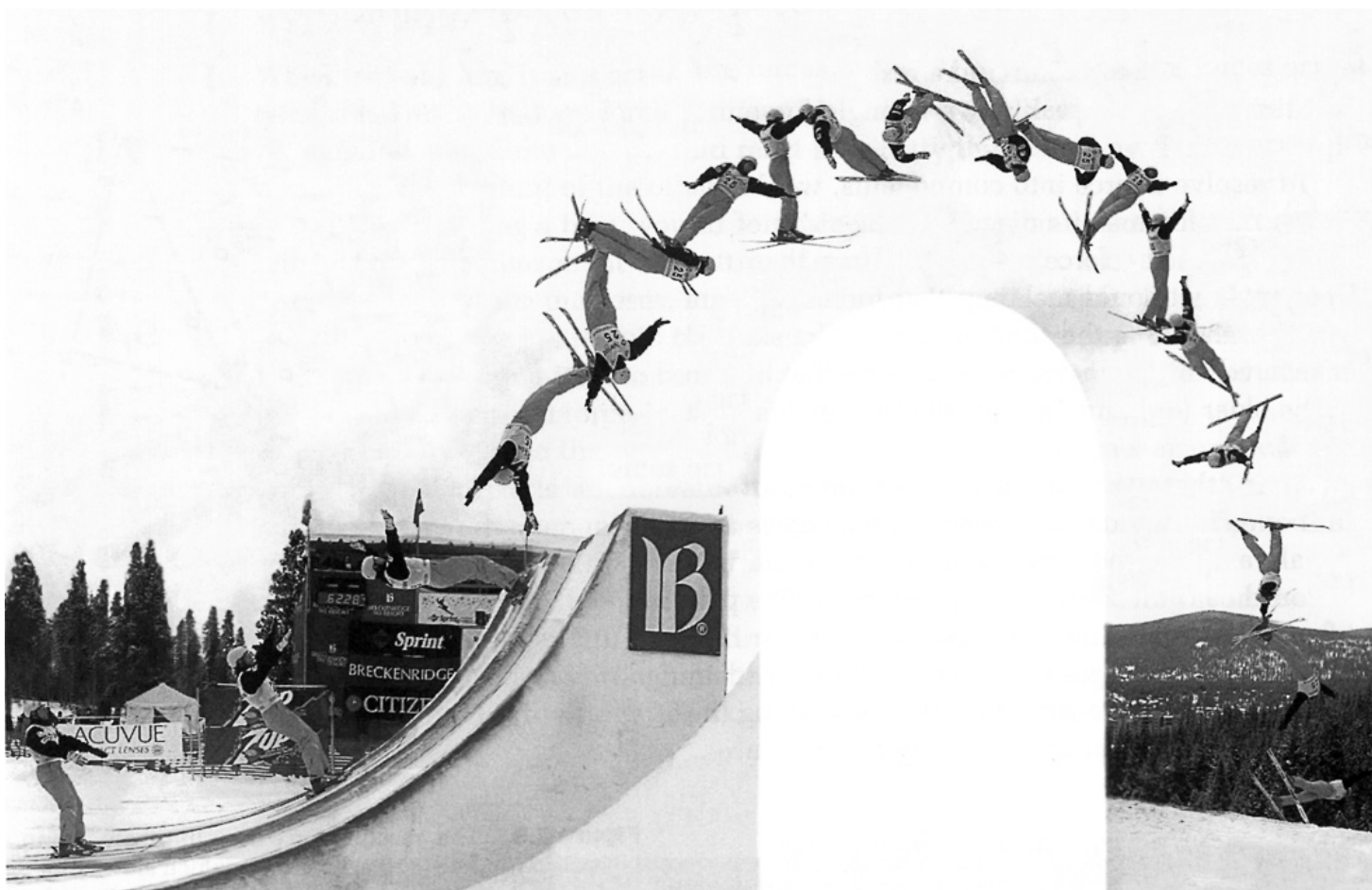


Рис. 2.10. Тройное сальто назад с тремя оборотами. Мощный момент импульса в соревнованиях Кубка Мира по воздушной акробатике. Весь момент импульса приобретён до отрыва лыжника от трамплина

мента вращения для создания момента импульса, то короткие лыжи проще заводить в поворот, чем длинные. Вес вращения зависит также от того, за какой конец вы держите лыжную палку, хотя ее вес постоянный. Большой вес вращения (момент инерции) объекта требует большего

вращательного момента для достижения той же величины углового импульса, поэтому короткие лыжи легче ввести в поворот, чем длинные. Поэтому же лыжная палка имеет конусообразную форму: это позволяет сместить центр тяжести ближе к рукоятке, уменьшая вес вращения.

Сохранение, потеря и восстановление равновесия

Тело сохраняет равновесие до тех пор, пока результирующая всех сил, действующих на центр масс, проходит через опорное основание тела. Если результирующая проходит вне основания, то тело начинает опрокидываться. Этот факт может многим показаться негативным, но на самом деле он является необходимым и достаточным условием для совершения поворотов на параллельных лыжах. Как мы увидим в главе 10, способность преднамеренно контролировать потерю и восстановление равновесия – необходимый навык, который отличает псевдоэкспертов от истинных асов.

Рассмотрим коробку, показанную на рис. 2.11. Пока сила (в данном случае это сила тяжести) проходит через опорное основание – коробка покоится. Как только сила проходит вне опорного основания – коробка начинает опрокидываться, поскольку сила реакции подставки уже не действует в том же направлении, что и сила тяжести, и потому не может её уравновесить.

Чем шире основание коробки, тем дальше она может наклониться до начала падения. Меньшее основание создаёт более шаткий баланс.

Лыжник при широком ведении лыж, подобно трёхногому табурету, имеет устойчивое опорное основание. Он устойчив к резким толчкам и стабилен при перемещении. Если он вдруг должен будет остановиться, то в его позиции ничего не должно меняться для предотвращения опрокидывания и падения. Эксперт при узком ведении лыж скорее похож на тросточку, сбалансированную на вашей вытянутой руке. Эксперт обычно перераспределяет весь вес на внешнюю лыжу и редко находится в абсолютном статическом равновесии. Правильнее сказать, что он постоянно совершает небольшие подстройки баланса в ответ на изменение силы реакции, действующей со стороны снега, подобно тому как вы должны постоянно передвигать руку, чтобы удерживать тросточку от падения.

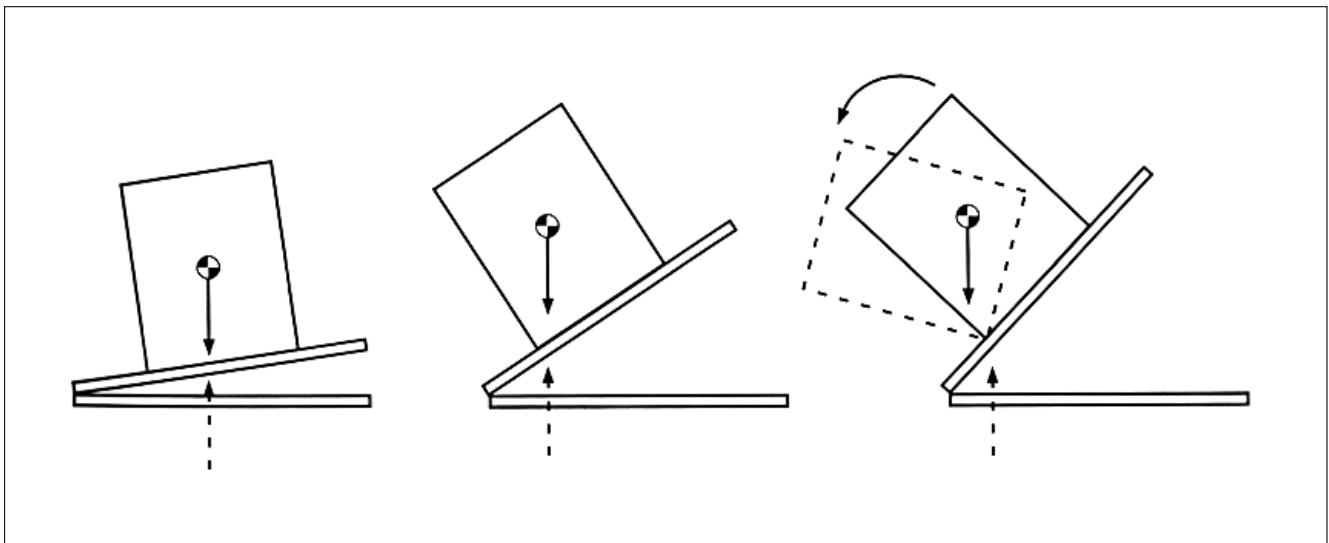


Рис. 2.11. Ящик опрокидывается, когда проекция его центра тяжести перемещается за пределы опорного основания