



ТАРТУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ ЛЫЖНЫХ ХОДОВ

ТАРТУ 1990

ТАРТУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

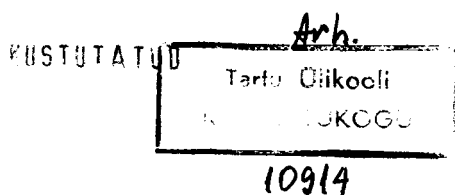
Кафедра лыжного спорта

**ОСНОВЫ ТЕХНИКИ
ЛЫЖНЫХ ХОДОВ**

Тарту 1990

Утверждено на заседании совета
физкультурного факультета ТУ 28 сентября 1989 года.

Составитель Ю. Кальюсто



Введение

В основе настоящего пособия лежат дважды переработанные материалы "Техники лыжника-гонщика", изданные в 1980 г. С тех пор в лыжном спорте произошли громадные изменения, связанные с расширением коньковых ходов, которые повлияли и на многие, казалось бы, забытые положения нашего понимания рациональной техники. Появившиеся в последнее время работы обобщены и приведены в единую систему в предлагаемом издании. Здесь мы перешли к анализу скорости в скользящем шаге по тазу лыжника вместо стопы, который представляется более фундаментальным. Переход к более скользящим малям при минимальном держании лыж заставил по-иному изложить технику преодоления подъемов, сведя ее по существу в рамки попеременного двухшажного хода. Большое внимание уделено технике одновременных ходов, поскольку они стали использоваться намного чаще и эффективнее. Принципиальная черта пособия — выявление взаимосвязи техники и внешних условий, отказ от догматических, застывших представлений о неких эталонах. Впервые показано влияние длиннотных размеров спортивного инвентаря на показатели техники, намечены пути выбора оптимальных ростовок в зависимости от условий передвижения.

При изложении техники коньковых ходов мы сочли необходимым отказаться пока от фазового деления, так как трехмерная структура перемещения лыжника не дает возможности провести корректный фазовый анализ при помощи одномерной киносъемки, тем более что по этому вопросу нет еще единого мнения. В пособии последовательно рассмотрены все способы коньковых ходов, дано описание большинства двигательных действий. При этом, по-видимому, не все выводы будут общепринятыми.

В ряде мест, где это было возможно, мы предпочитали выражать взаимосвязи в математической форме. На наш взгляд, это обогатило содержа-

ние пособия, поскольку читатель получает возможность самостоятельно делать оценки различных количественных показателей. Пособие написано сжато, мы отказались от изложения многих общих вопросов, таких, как механизмы трения, структура отталкиваний и др., с тем чтобы описание заняло обозримые рамки по большинству практических вопросов техники лыжных ходов. Вместе с тем лаконичность изложения требует от читателя внимательной проработки материала. Пособие написано для преподавателей и тренеров по лыжному спорту, слушателей курсов повышения квалификации, студентов, специализирующихся по лыжному спорту, лыжников-спортсменов.

1. КЛАССИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ХОДОВ

1.1. ПОПЕРЕМЕННЫЙ ДВУХШАЖНЫЙ ХОД (требования к рациональной технике)

Основу попеременного двухшажного хода, цикл которого состоит из двух последовательных шагов, составляет скользящий шаг на лыжах. Как и всякое сложное движение, скользящий шаг можно разложить на части, которые описываются через кинематические, динамические и энергетические характеристики. Величины этих характеристик зависят от целого ряда факторов: условий скольжения, рельефа местности, индивидуальных особенностей лыжников и их квалификации и т.д. Для того чтобы лучше разобраться в основах техники попеременного двухшажного хода, рассмотрим его в хороших условиях, на равнинном участке трассы. Такие условия обычно бывают на лежалом снегу при плотной лыжне и температуре воздуха $-6-12^{\circ}\text{C}$.

Скользящий шаг разделен на два периода: период скольжения лыжи, когда лыжник скользит на ней, и период стояния лыжи, в котором осуществляется отталкивание ногой при помощи этой же лыжи. Одновременно на двух лыжах в попеременном двухшажном ходе гонщик никогда не скользит. Каждый период разделен на фазы (по Х.Х. Гроссу), за граничные моменты которых выбраны начала характерных действий лыжника (табл. 1).

Таким образом, период скольжения состоит из I, II и III фазы, а период стояния из IV и V. В течение скользящего шага ОЦТ лыжника перемещается неравномерно, и каждой фазе соответствуют определенные значения длины, времени и скорости продвижения ОЦТ. Однако существенные способы его определения слишком громоздки, и поэтому в качестве объекта измерения выбирают точку таза лыжника или находящейся впереди стопы. Точка таза значительно лучше описывает перемещение ОЦТ, нежели стопа (рис. 1). Определение длины, времени и скорости

перемещения таза или стопы вдоль лыжни в каждой фазе называется фазовым анализом.

Таблица 1

Фаза	Название фазы	Граничные моменты
I.	Свободное скольжение	Отрыв лыжи от опоры
II.	Скольжение с выпрямлением опорной ноги	Постановка палки на снег
III.	Скольжение с подседанием	Начало сгибания опорной ноги
IV.	Выпад с подседанием	Остановка лыжи
V.	Отталкивание с выпрямлением ноги	Начало разгибания толчковой ноги в коленном суставе

Установлены некоторые общие требования к рациональной технике попеременного двухшажного хода в виде задач, стоящих перед каждой фазой. В сжатом виде они выглядят следующим образом:

Фаза I - возможно меньше терять скорость скольжения, а также длину шага; не допускать резкой загрузки и усиления давления на лыжу.

Фаза II - нажимом на палку поддерживать скорость скольжения; своевременно начинать мах ногой.

Фаза III - быстро останавливать лыжу, подготавливаться и слитно переходить к отталкиванию (подседание, мах рукой и ногой).

Фаза IV - увеличивать скорость продвижения тела (ОЦТ) с помощью отталкивания и маха ногой, подготавливаться к завершению отталкивания ногой.

Фаза V - завершить отталкивание ногой, своевременно закончить оптимальный выпад, плавно закончить перенос веса тела.

Передвижение попеременным двухшажным ходом обеспечивается выполнением целого ряда действий (элементов техники), которые, как правило, проходят через несколько фаз.

К концу II фазы лыжник выпрямляет опорную ногу (рис. 2А), осуществляя перекаат тела над

стойкой. Угол в коленном суставе равен примерно 165° , стопа несколько выдвинута вперед, голень находится под тупым углом к горизонту. С этого момента начинается подседание. С опусканием тела давление на лыжу уменьшается (см. рис. 2). При замедлении подседания давление резко возрастает, чтобы быстрее остановить медленно скользящую лыжу. При этом кинематическая энергия опускающегося тела частично переходит в упругое растяжение мышц, что способствует более мощному отталкиванию. Подседание заканчивается в IV фазе после остановки лыжи (рис. 2B). Считается, что более быстрое подседание значительно эффективнее.

Отталкивание ногой начинается с разгибания тазобедренного сустава сразу после остановки лыжи. Усилие в эти моменты направлено почти вертикально. Максимум горизонтальной составляющей достигается в начале V фазы при разгибании коленного сустава. При отталкивании надо стремиться удерживать пятку толчковой ноги как можно ниже, не допуская отрыва пятки до начала V фазы более чем на 30° (рис. 2B). При этом мышцы-сгибатели растягиваются и напрягаются, как бы заряжаясь перед финальным усилием, сопровождающимся разгибанием в коленном суставе. В заключительные моменты отталкивания ногой давление на снег падает до нуля. Следует добиться завершеного отталкивания с углом в коленном суставе $165 - 175^\circ$ (рис. 2Г). Правильное выполнение отталкивания ногой должно сопровождаться "выпрямлением" бедра опорной ноги в течение I фазы примерно на 10° (рис. 2Г-Д).

Отталкивание палкой. Перед постановкой палки на снег рука в переднем крайнем положении согнута в локтевом суставе под углом 140° . Кисть находится на уровне подбородка или чуть выше, концы палки немного приподняты над снегом (рис. 2E), чтобы, используя силу тяжести, активно (как бы ударом) поставить палку на снег. Этот момент наступает, когда скорость ОЦТ, близкая в конце I фазы к скорости таза, падает до средней скорости в шаге и продолжает свободное скольжение неравномерно (рис. 1). Палка ставится немного впереди ботинка под углом $70-80^\circ$ и близко к лыжне (рис.

2Ж). Постановка палки на снег связана с отталкиванием ногой. Чем оно мощнее, тем вертикальнее и дальше ставится палка. Если отталкивание ногой менее эффективно, то палка ставится к носку ботинка под более острым углом. В начале отталкивания необходимо руку сгибать в локтевом суставе (рис. 23). Для усиления отталкивания необходимо слегка (на $5-7^{\circ}$) наклонить туловище вперед (рис. 2Ж, 23). В конце III фазы завершается I зона отталкивания палкой. До этого момента разгибание происходит в основном в плечевом суставе. Направление отталкивания вначале гораздо вертикальнее (как правило, оно не совпадает с осью палки) и в основном снижает давление на лыжу. Но и горизонтальная составляющая усилий может достигнуть величины силы трения лыж о снег, что позволяет подерживать скорость скольжения лыжи и тем самым значительно увеличить длину шага. Создание "жесткой" системы "рука - туловище" способствует более эффективной передаче усилия при отталкивании палкой на лыжи. Наклонять туловище в сторону или отводить руки нерационально.

II зона отталкивания продолжается до окончания отталкивания палкой. Усилия здесь гораздо горизонтальнее и помогают увеличить скорость ОЦТ (вперед и вверх), а также выполнить пережат. К концу отталкивания палкой кисть еще немного согнута в сторону большого пальца (находится в положении отведения). Приведение кисти с энергичной опорой на лямку создает дополнительное усилие на палку. Отталкивание рукой и ногой заканчивается практически одновременно. В момент завершения отталкивания рука полностью выпрямлена в локтевом и лучезапястном суставе и вместе с палкой вытянута в прямую линию (рис. 2Д). Далее палка, поддерживаемая большим и указательным пальцами, идет вверх. Разгибать пальцы кисти после отталкивания рукой не следует.

Мах ногой - это движение ногой после окончания отталкивания до конца V фазы. После окончания отталкивания нога поднимается вверх на высоту 15-30 см от лыжни (рис. 2Ж), причем большие величины (при правильном отталкивании), как правило, соответствуют более сильному отталкиванию. Однако ни в коем случае не следует стремиться поднимать

ногу после отталкивания как можно выше. Это может быть допустимо лишь как следствие более мощного толчка.

Потенциальная энергия поднятой ноги обеспечивает лишь 10% кинетической энергии, которую имеет маховая нога в момент наибольшей скорости (при встрече ног) относительно ОЦТ, причем с увеличением частоты шагов процент использования потенциальной энергии уменьшается. Следовательно, почти вся работа по ускорению маховой ноги производится мышцами лыжника, и величина ее велика. Энергичность маха ногой характеризуется максимальной линейной скоростью стопы при махе, достигаемой обычно к III фазе. Скорость стопы в этом случае должна превышать скорость хода на 60-85%.

Мах ногой, слегка согнутой в коленном суставе, начинается почти одновременно с опусканием руки после замаха перед постановкой палки (рис. 2Е). Наибольшее ускорение маховой ноги совпадает по времени с началом резкого падения скорости у другой ноги. Оптимальный угол в коленном суставе в момент встречи ног (положение "броска") такой же, как и у опорной ноги, и составляет 130-140°. У высоких гонщиков он может быть немного острее. Сгибание маховой ноги зависит также от частоты шагов. При очень высокой частоте шагов экономичнее чуть больше согнуть маховую ногу. Существенной чертой маха является небольшой, но активный разворот таза в тазобедренном суставе опорной ноги, в поясничном отделе позвоночника. Это движение позволяет увеличить амплитуду маха и отталкивания ногой и не допускает отставания таза.

Выпадом называется часть маха ногой от положения броска до конца V фазы. Скорость маха влияет на выполнение выпада. Выпад бывает трех видов: своевременным, опережающим и запаздывающим, — что связано с остановкой лыжи. Своевременный выпад начинается сразу же в момент остановки лыжи. При запаздывающем выпаде маховая нога в момент остановки лыжи еще сзади опорной, а при опережающем уже впереди. Вариант выпада зависит от эффективности отталкивания ногой и рукой, а также от скольжения на лыже. Поэтому требования рациональности выпада неодинаковы для спортсменов разной квалификации. Для лыжников высокого класса

на равнине в хороших условиях скольжения будет рациональным опережающий выпад. Длина выпада в хороших условиях скольжения у мужчин 90-100 см; наклон голени к горизонту 80-90°, причем у высоких лыжников, как правило, голень наклонена под более острым углом, близким к нижней границе указанного интервала, скорость (средняя) выпада зависит от скорости передвижения и на 40% ее превышает. При выполнении выпада нога едва касается снега, поэтому длина выпада и его продолжительность в значительной мере определяют структуру шага (соотношение шаговой и скользящей части), прямо связанную с экономичностью хода.

Мах рукой - это ее движение между отталкиваниями. После окончания отталкивания палкой кисть руки поднимается вверх не более чем на 15-25 см. Излишнее поднятие руки есть следствие неправильного отталкивания, что сокращает время маха и вызывает дополнительные ненужные усилия на ускорение руки. Нижний конец лыжной палки поднимается еще выше настолько, чтобы она вышла в исходное положение для отталкивания вовремя и без дополнительных усилий. Мах начинается с плавного выпрямления плечевого сустава, с использованием силы тяжести. Маховая рука сгибается меньше опорной, кисть руки проносится немного ближе к колену (рис. 2А). Наибольшее усилие при махе прикладывается в положении броска и совпадает с активной работой толчковой руки. Максимальная скорость маховой руки достигается в конце III фазы и линейно зависит от скорости хода. На равнинных участках время выполнения маха и его подготовки почти вдвое больше времени отталкивания рукой, что позволяет в значительной мере использовать пассивные биомеханические силы.

При совершении маха рукой туловище совершает небольшие скручивающие движения, что увеличивает амплитуду маха и продолжительность отталкивания рукой.

Четыре движения - два маха и два отталкивания ногой и рукой - в цикле попеременного двухшагового хода (два последовательных шага) выполняются как единое, строго согласованное движение, направленное на то, чтобы ОЦТ лыжника совершал наименьшие перемещения.

Под понятием "посадка лыжника" подразумевается положение тела в трех позах. В положении "броска" голень наклонена к лыжне под углом $65-75^\circ$, а угол туловища на 20° острее (рис. 2Б). Более острый наклон голени хотя и увеличивает горизонтальную составляющую отталкивания ногой, но утомляет мышцы, поддерживающие тело в наклонном положении. В конце I фазы бедро наклонено к горизонту под углом $50-55^\circ$, голень почти в вертикальном положении, туловище под углом $40-45^\circ$ (рис. 2Д). К концу I фазы туловище наиболее выпрямлено (до $50-55^\circ$ к горизонту), а нога разгибается в коленном суставе при сохранении наклона голени (рис. 2). Очень высокая посадка уменьшает длину выпада, не позволяет выполнять полноценное подседание и отталкивание ногой. Слишком низкая посадка быстро утомляет мышцы ноги, затрудняет их расслабление при маховом выносе другой ноги вперед.

Скольжение на лыже - очень важный элемент техники - происходит в периоде скольжения. Рациональное выполнение этого элемента предполагает мягкую постановку лыжи и плавный перенос на нее веса тела. Так как скольжение происходит поочередно на обеих лыжах, то тело гонщика совершает небольшие поперечные колебания. При скольжении на лыже необходимо не совершать движений частей тела с ускорением вверх, которые приводят к возрастанию давления и увеличивают силу трения лыж о снег. В результате отталкивания ногой тело лыжника приобретает некоторую скорость, направленную вверх. Наивысшего положения ОЦТ достигает в конце I фазы, в момент наибольшего поднятия ноги (рис. 2Ж). Сила тяжести сначала замедляет скорость ОЦТ, а затем сообщает ему ускорение вниз, в результате чего давление на лыжу снижается. Однако излишне увеличивать скорость тела вверх не следует, так как это увеличивает вертикальные перемещения ОЦТ и требует совершения дополнительной работы.

Во второй фазе облегчение давления на скользящую лыжу должно обеспечиваться в основном за счет отталкивания рукой. В фазе III облегчение давления обеспечивается за счет подседания. Таким образом, возможно, чтобы при скольжении на лыже (вплоть до последних моментов остановки лыж)

давление на снег было меньше веса тела. Однако это требует тонкой координации движений и даже у лыжников старших разрядов встречается очень редко. Не случайно говорят, что скользить на лыже - большое искусство.

Амплитуда колебаний туловища при передвижении попеременным ходом на равнине составляет 10-20°. Наибольший наклон туловища в положении броска (рис. 2Ж), наименьший при выносе руки в переднее крайнее положение (рис. 2Е). Движения туловища создают дополнительное усилие на палку, а также увеличивают горизонтальную составляющую отталкиваний. Кроме того, некоторый поворот туловища компенсирует скручивающее движение маховой ноги при выносе ее вперед.

1.2. ПЕРЕДВИЖЕНИЕ НА ПОДЪЕМАХ

Условия передвижения на равнине и на подъемах существенно различаются. Главное различие заключается в необходимости дополнительно поднимать тело вверх на подъеме, причем тем больше, чем круче подъем. По-иному проявляется себя трение лыж о снег. Сила сопротивления на подъеме (без учета сопротивления воздуха) пропорциональна суммарному коэффициенту трения (K):

$$K = K_{\text{ск.}} + \sin \alpha,$$

где α - угол подъема. Из этого следует, что ухудшение скольжения (увеличение $K_{\text{ск.}}$) неравнозначно меняет силу сопротивления на участках различной крутизны. Так, при увеличении $K_{\text{ск.}}$ с 0,045 до 0,09 она возрастает на 34% на подъеме 5°, а на подъеме 15° - лишь на 15%. К тому же доля скольжения в шаге, т.е. там, где и проявляется трение, на подъемах сильно уменьшается. Поэтому скольжение на подъемах играет значительно меньшую роль. С другой стороны, сцепление лыж со снегом особенно важно на подъемах.

Одним из важных показателей техники при передвижении на лыжах является расход энергии,

который можно оценить по величине механической работы. При этом значения составляющих мощностей механической работы на равнине и подъеме совершенно различны (рис. 3). Если на равнине наибольшее количество энергии затрачивается мышцами рук и ног, что делает неэкономичным передвижение с излишне высокой частотой шагов, то на подъеме наибольшая работа выполняется мышцами бедра для поднимания тела вверх, что делает повышежную частоту шагов оправданной.

Снижение интенсивности работы на равнине и на подъеме неравнозначно. Так, снижение величины механической работы на 10% приводит к снижению скорости на 16% на подъеме и лишь на 9% на равнине. Поэтому строго равномерная по интенсивности работа на соревнованиях не является наиболее эффективной. Интенсивность нужно несколько снизить на легких участках (что дает относительно незначительный проигрыш, но экономит энергию) и приблизиться к максимальной на подъемах.

Основным способом преодоления склонов является попеременный двухшажный ход, но он претерпевает целый ряд существенных изменений.

Рассмотрим особенности фазовой структуры на подъемах. При преодолении подъема попеременным двухшажным ходом (рис. 4), как правило, после отрыва толчковой лыжи еще продолжается отталкивание палкой, поэтому скользящая лыжа загружается не полностью, так как часть веса приходится на палку. Появившаяся новая фаза называется "скользящий полет" (фаза 1 А). Она заканчивается с завершением отталкивания палкой. Эта фаза частично заменяет фазу I. Более позднее отталкивание палкой, обуславливающее появление фазы 1 А, не дает телу гонщика отстать от скользящей лыжи, предупреждает "проваливание" тела назад. С момента постановки палки на снег опорная нога не выпрямляется, и начинается подседание (кадры 4, 5, 6). Следовательно, полностью выпадает фаза II. Скользить, выпрямляя ногу и поднимая тело вверх на крутых подъемах, нерационально. Постановка палки часто совпадает с окончанием отталкивания другой палки. У менее подготовленных лыжников палка становится на снег еще раньше. На подъемах в момент остановки лыжи маховая нога остается сзади опорной (кадр 6), а начало выпада всегда позднее остановки

лыжи. Следовательно, появляется фаза IV А ("стояние лыжи до выпада"), неизбежная на подъеме, так как скольжение на лыже очень незначительно. При хорошем скольжении на равнине наличие этой фазы является ошибкой.

На крутых подъемах может случиться так, что в шаге будет полностью отсутствовать скольжение. Отталкивание палкой заканчивается позднее, чем постановка другой палки, и, следовательно, возникает двойная опора на палки. Такой способ преодоления крутых подъемов встречается в основном у недостаточно подготовленных лыжников.

Более распространен другой способ преодоления крутых подъемов - "елочкой", т.е. разводя лыжи в сторону. Если лыжи "держат" неуверенно, или лыжня сыпучая, то данный способ применяется уже и на менее крутых склонах. Особенности преодоления подъемов елочкой раскрываются в конце данного раздела.

Несмотря на существенные различия в технике преодоления подъемов различной крутизны, показатели фаз (средние данные) плавно меняются в зависимости от крутизны склона, отражая преемственность между передвижением на равнине и на подъемах (рис. 5 и 6). Какой вариант реализуется на конкретном подъеме, зависит не только от его крутизны, но и от условий скольжения, развития физических качеств лыжников, уровня их подготовленности и др. Лыжники низших разрядов обычно начинают применять "ступающий шаг" и елочку уже на склонах небольшой крутизны. Наоборот, гонщики с исключительно силовой подготовкой могут преодолеть склоны крутизной до 10° , используя равнинный вариант попеременного двухшажного хода.

Несмотря на то что скорость, длина и частота шагов зависят от многих факторов, обычно с точностью не менее 5% можно говорить об их оптимальных значениях на участках различной крутизны для лыжников разной квалификации. С увеличением крутизны склона закономерно снижается скорость, возрастает частота шагов, уменьшается длина каждого шага. Статистические зависимости между крутизной склона (α) и скоростью хода на этом отрезке (V), а также частотой шагов (T) у лыжников высокой квалификации имеют вид:

$$\begin{aligned} V &= \bar{V} - 0,32\alpha + 0,0107\alpha^2 \\ T &= 1,62 + 0,05\alpha, \end{aligned}$$

где \bar{V} — средняя скорость в гонке.

Лучшие лыжники, как правило, выигрывают у гонщиков, занимающих последующие места, за счет большей длины шага при той же частоте шагов. Это говорит о том, что разница во многом обусловлена эффективностью отталкивания.

Рассмотрим особенности элементов техники попеременного двухшажного хода на подъемах.

Отталкивание ногой (табл. 2). По имеющимся данным сила отталкивания ногой на подъемах меньше, чем на равнинных участках. Время отталкивания, зависящее от скорости хода, увеличивается с возрастанием крутизны склона и на крутых подъемах занимает почти все время шага. Поэтому режим работы мышц на равнине и на подъемах различен (на подъемах преобладает “жимовой” характер работы). При этом отталкивание должно обеспечить поднятие тела на высоту до 20–30 см за каждый шаг. Перекат на подъемах выполняется через согнутую ногу (рис. 4, кадр 6), что значительно уменьшает размах подседания. На подъемах выпрямление ноги при перекате — грубая ошибка, так как при этом совершается дополнительная механическая работа на вертикальные перемещения тела. Опорная нога согнута в коленном суставе в положении броска, как и на равнине, но наклон голени больше (рис. 4, кадр 1). Следует добиваться завершеного отталкивания, хотя на подъеме это труднее. После толчка лыжей нога поднимается значительно меньше (рис. 4, кадр 5). Излишнее поднимание ноги на подъеме недопустимо, так как необходимо быстрее начать мах ногой. После отталкивания наклон бедра к склону почти не изменяется (рис. 4, сравним 3 и 5).

Мах ногой (табл. 3). Мах ногой на подъемах выполняется иначе, чем на равнине. Сокращение времени замаха и всего шага не дает полноценно использовать пассивные биомеханические силы, и начало маха сопровождается дополнительной работой мышц. Это существенно снижает возможности расслабления мышц ног на подъемах. Мах на подъеме более энергичен, и хотя скорость его меньше, чем на равнине, отношение скорости маха к скорости

Таблица 2

Кинематические характеристики отталкивания ногой
и рукой на участках различной крутизны
(средние данные)

Характеристика	Угол подъема		
	0°	5°	10°
Отталкивание ногой			
Угол переката (град.)	165	155	135
Наклон голени к склону в положении броска (град.)	70	60	50
Изменение наклона бедра в I и I A фазе (град.)	10	5	0
Угол в коленном суставе при завершении отталкивания (град.)	165-175	160-175	155-175
Поднимание носка ботинка над лыжей после отталкивания (см)	15-30	15-20	10
Время отталкивания (продолжительность IV-V фаз), % к времени шага	19	28	36
Отталкивание рукой			
Поднимание штыря палки перед постановкой палки (см)	10	5	0
Угол постановки палки на снег относительно линии горизонта (град.)	75	73	72
Постановка штыря палки от носка ботинка (см)	+20	-10	-30
Угол плеча к лыжне в момент постановки палки (град.)	42	69	83
Угол в локтевом суставе в момент постановки палки (град.)	125	103	95
Угол в локтевом суставе в момент встречи кистей рук (град.)	131	108	94
Пронос кисти над коленом (см)	14	20	37
Продолжительность отталкивания рукой (% к времени шага)	68	78	100

Таблица 3

Кинематические характеристики маха ногой
и рукой на участках различной крутизны
(средние данные)

Характеристика	Угол подъема		
	0°	5°	10°
Мах ногой			
Отношение максимальной скорости стопы к скорости передвижения	1,7	2,0	2,3
Разница сгибания опорной и маховой ноги в момент встречи ног, град.	0	10	25
Отношение скорости выпада к скорости хода	1,4	1,6	1,9
Наклон голени к склону в момент окончания выпада, град.	85	85	85
Запаздывание выпада, % к времени шага	0	12	28
Мах рукой			
Угол в локтевом суставе в момент встречи ног, град.	147	133	127
Отношение максимальной скорости кисти к скорости хода	2,1	2,4	2,9
Пронос кисти над коленом, см	6	7	11
Угол в локтевом суставе при выносе в переднее крайнее положение, град.	150	120	95

хода значительно возрастает. Чтобы на мах ногой затрачивалось меньше энергии, нужно согнуть ее в коленном суставе, причем тем больше, чем круче подъем. Однако излишне сгибать маховую ногу нерационально, так как отставание стопы не позволяет

сделать полноценный выпад. На кадре 1 рис. 4 видно характерное положение пятки маховой ноги, находящейся за опорой, в то время как колено выдвинуто вперед. У лыжников высокого роста маховая нога согнута немного больше, как при передвижении с высокой частотой шагов. В отличие от равнины, где мах выполняется слитным движением ноги (стойкой вперед), на подъеме ведущим элементом является колено, что проявляется в значительном сгибании маховой ноги в коленном суставе.

Длина выпада на равнине и на подъеме одинакова. Исключение составляют очень крутые подъемы, где она уменьшена. Время выпада на подъемах увеличивается. Наклон голени к склону в момент окончания выпада такой же, как и на равнине, однако только при полноценном отталкивании ногой. Если оно недостаточно, то голень наклонена под более острым углом, чтобы избежать отставания таза. У высоких гонщиков угол голени в конце V фазы острее. Во время выпада на крутых подъемах нога разгибается в коленном суставе почти на 30° , в то время как на равнине угол остается постоянным. Угловая скорость разгибания достигает 200 град/с, что сравнимо со скоростью активного разгибания коленного сустава толчковой ноги. Скорость выпада на подъемах немного уменьшается. Однако отношение скорости выпада к скорости хода на подъемах гораздо больше, что говорит об энергичности выпада на подъемах.

Как следствие энергичного выпада на подъеме продолжается акцентированное выдвижение стопы в I и I A фазе. Поэтому скорость этих фаз на крутых подъемах составляет 120-135% от скорости хода против 100-110% на равнине. Это существенно увеличивает длину шага на подъеме. При этом угол в коленном суставе на равнине и на подъеме увеличивается примерно на 10° , однако на подъеме скорость разгибания почти в три раза выше за счет энергичного выдвижения стопы вперед.

Отталкивание рукой (табл. 2). На подъемах штырь палки перед ее постановкой на снег не должен подниматься над лыжей, как на равнине. Палка ставится на снег мягко (без удара), рука гораздо более согнута в локтевом суставе, главным образом за счет меньшего выноса плеча вперед. Кисть на

уровне подбородка (рис. 4, кадр 4). Угол постановки палки по отношению к горизонту не зависит от крутизны склона, но штырь палки тем дальше от носка ботинка (ближе к пятке), чем круче подъем. Разгибание руки в локтевом суставе на подъемах начинается позднее, причем кисть руки проносится значительно выше колена. На подъемах отталкивание рукой менее завершенное (рука после толчка вверх идти не должна). Это оправдано, так как надо быстрее начать мах рукой (рис. 4, кадр 4). На подъемах время отталкивания рукой значительно больше, чем на равнине (как по абсолютной величине, так и в процентах от времени шага), при этом толчок заканчивается позже толчка ногой. Главная роль отталкивания рукой на подъеме заключается в поддержании тела и уменьшении падения скорости. Ни о каком возрастании скорости в результате отталкивания рукой не может быть и речи, поскольку на подъемах сила сопротивления намного больше горизонтальной составляющей толчка рукой. Тем не менее эффективное отталкивание палкой существенно увеличивает длину шага, что исключительно важно.

Мах рукой (табл. 3). Мах надо начинать сразу, без задержки, быстро набирая скорость, несмотря на то что это затрудняет полноценное расслабление руки и вызывает значительное напряжение мышц. Маховая рука проносится над коленом значительно согнутой в локтевом суставе и немного выше, чем на равнине, что снижает расход энергии. Скорость маха на подъемах почти не уменьшается. Таким образом, мах рукой на подъеме менее продолжителен, а пассивные фазы сокращены до предела при сохранении высокой скорости. Поэтому мах рукой на подъеме выполнять труднее.

Скольжение на лыже на подъемах уменьшается. Особенностью его является выдвигание стопы вперед настолько, что угол голени к склону к моменту постановки палки становится тупым (рис. 4, кадр 4).

Очень важно идти с оптимальной длиной скольжения. Уменьшение его значительно сокращает длину шага. Напротив, затяжка скольжения резко снижает скорость.

Движение туловища. В отличие от равнинных участков туловище располагается более вертикаль-

но. Это снижает горизонтальную составляющую отталкивания ногой, предельная величина которой на подъемах ограничена, но раскрепощает мышцы, поддерживающие туловище в наклонном положении. Значительное возрастание силы сопротивления движению на подъемах делает неэффективными колебания туловища. Поэтому с увеличением крутизны склона колебания туловища уменьшаются и сходят на нет на крутых подъемах.

В настоящее время на подъемах крутизной свыше 10° спортсмены, как правило, используют способ подъема елочкой. Нередки случаи, когда елочка применяется уже на подъемах крутизной 8° . Характерно, что этот способ используется даже тогда, когда условия скольжения (точнее, условия сцепления лыж со снегом) позволяют идти на параллельных лыжах). Угол развода лыж возрастает по мере увеличения крутизны подъема и составляет $30-70^{\circ}$, что позволяет спортсмену выполнять довольно длинный шаг (1-1,3 м). Частота шагов составляет 2,1-2,4 шага в секунду, поэтому скорость передвижения достигает 2,5-3 м/с. Более высокая скорость может реализоваться в основном за счет возрастания частоты шагов.

Отталкивание палкой заканчивается позже отталкивания ногой (фаза 1 А). Но завершить отталкивание ногой полным выпрямлением конечности в коленном суставе трудно (угол в колене $155-170^{\circ}$). После окончания отталкивания ногой лыжник теряет контакт с лыжней, опираясь только на палку. Этой фазы нет ни в одном из лыжных ходов, ее продолжительность - 0,04 - 0,1 с. Период скольжения отсутствует. Сразу после постановки лыжи на снег происходит сгибание опорной ноги в коленном суставе. Однако амплитуда подседания невелика ($8-15^{\circ}$), поэтому сила отталкивания ногой незначительна. Зато маховое движение осуществляется очень энергично: максимальная скорость стопы относится к скорости хода как 5 : 2, что имеет важное значение для скорости передвижения. Стояние лыжи до выпада (фаза IV А) занимает большую часть шага, от 30 до 50% времени всего шага. Разгибание ноги в коленном суставе (фаза V) начинается в момент, когда маховая нога поравнялась с опорной. В

положении "броска" угол наклона голени опорной ноги и туловища к склону одинаков ($40-45^{\circ}$), маховая нога согнута на $20-30^{\circ}$ больше, чем опорная. Колебания туловища минимальны. Выпад выполняется энергично, однако не сопровождается выдвиганием стопы, характерным для других способов подъема.

Применение подъема способом елочка, несомненно, обусловлено законами оптимизации, направленными на достижение наилучшего результата. Лыжник, снижая скорость на крутых подъемах, увеличивает ее на других участках. Это предопределяется внешними условиями, в частности, худшим держанием пластиковых лыж и значительно лучшими их скоростными качествами.

1.3. ОДНОВРЕМЕННЫЕ ХОДЫ

В основе одновременных ходов лежит одновременное отталкивание палками. В настоящее время в основном применяется одновременный одношажный ход, когда каждое отталкивание палками сопровождается толчком левой или правой ноги, и одновременный бесшажный ход, когда лыжник отталкивается только руками. Эффективность применения одновременных ходов зависит как от владения техникой, так и в большей мере от уровня развития мышц рук, плечевого пояса, спины и брюшного пресса.

Фазовый состав одновременного одношажного хода представлен в таблице 5. IV и V фазы составляют период стояния, остальные - период скольжения.

В таблице 6 представлены данные фазового анализа скользящего шага в одновременном одношажном ходе у перворазрядников на равнине в хороших условиях скольжения.

Большая длина шага, достигающая 7 м, сочетается с невысокой частотой шагов (0,75 шага в секунду). Увеличенные соотношения периодов скольжения и стояния (почти в 2 раза по сравнению с попеременным двухшажным ходом) указывают на значительно большее использование скольжения.

Рассмотрим особенности выполнения элементов одновременного одношажного хода (рис. 7).

Таблица 4

Фазовый состав одновременного одношажного хода (по Х.Х.Гроссу)

Фаза	Название фазы	Граничные моменты (конец фазы)
III	Скольжение с подседанием	Остановка лыжи
IV	Выпад с подседанием	Начало разгибания опорной ноги в коленном суставе
V	Отталкивание с выпрямлением ноги	Отрыв лыжи от снега
I	Свободное скольжение	Постановка палок на снег
II	Скольжение с отталкиванием двумя палками	Окончание отталкивания палками
III A	Скольжение с выносом палок	Выпрямление опорной ноги в коленном суставе

Отталкивание ног на высоких скоростях отличается критическим уменьшением времени толчка, что затрудняет его выполнение. Выдвижение стопы вперед перед остановкой лыжи (рис. 7А) частично компенсирует дефицит времени. Завершить отталкивание полным выпрямлением ноги на высокой скорости труднее, поэтому допустимо, чтобы угол в коленном суставе составлял 160–170° (рис. 7Д). Усилия, развиваемые при толчке ногой, как и его структура, примерно такие же, как и в попеременном ходе. Нога после толчка поднимается над лыжней очень высоко, часто более чем на 30 см (рис. 7Е), что благоприятно для расслабления мышц

ног. Лыжники должны равноценно отталкиваться поочередно с обеих ног.

Таблица 5

Показатели фаз одновременного одношажного хода
(по точке таза лыжника)

Фаза	Длина		Время		Скорость	
	м	%	с	%	м/с	%
I	1,38	20	0,27	20	5,09	99
II	1,98	29	0,40	29	4,99	97
III-A	2,45	35	0,47	35	5,19	101
III	0,25	4	0,05	4	4,91	96
IV	0,41	6	0,08	6	5,41	106
V	0,44	6	0,08	6	5,85	114
Весь шаг	6,91	100	1,35	100	5,12	100

Мах ногой начинается пассивно, используя потенциальную энергию поднятой ноги. Скорость маха невелика и лишь немного превышает скорость хода. Маховая нога вперед не выносится, а приставляется к опорной, причем немного сзади нее (рис. 7Л). Продолжительность маха очень велика (почти 0,5 с), и он требует гораздо меньше энергии. Более энергичное приставление маховой ноги акцентирует отталкивание руками, минимизируя горизонтальные колебания ОЦТ, но требует дополнительной затраты энергии.

Выпад в одновременном одношажном ходе не связан с махом, выполняется после двухопорного скольжения и должен быть опережающим (рис. 7В). Угловые характеристики выпада такие же, как и в попеременном ходе, но скорость ниже.

Отталкивание палками в одновременных ходах является основным двигательным действием. Перед отталкиванием лыжник приподнимается, разгибая ногу в коленном суставе (рис. 7Е), что должно быть следствием толчка ногой. Туловище под углом к горизонту примерно 60° , кисти рук выше головы,

палки под тупым углом (около 100°), штыри палок — значительно приподняты над снегом. Палки ставятся на снег почти вертикально (под острым углом), на 40–60 см впереди носка ботинка (рис. 7Ж). Если начало отталкивания производится резким ударом на снег под тупым углом, то при ударе возникает нежелательное стопорящее усилие. Начало отталкивания сопровождается сгибанием рук в локтевом суставе почти до прямого угла (рис. 7З), а давление на палки создается в основном за счет движения туловища, сгибающегося до горизонтального положения (рис. 7И). Часть кинетической энергии туловища запасается в виде упругой энергии мышц рук, разгибающихся в последнюю очередь. Такая ступенчатая передача усилий позволяет приложить их под более выгодными углами. Этому способствует небольшое сгибание ног в коленном суставе (на $10-15^{\circ}$), в результате чего минимальный угол наклона палок всего $20-25^{\circ}$ (рис. 7И) против 35° в попеременном двухшажном ходе. После окончания отталкивания руки продолжают движение вверх, но не более чем до горизонтального положения (рис. 7К). Плавное разгибание туловища и ног начинается после толчка палками.

Мах руками выполняется неторопливо, одновременно с выпрямлением тела. Руки почти прямые (рис. 7А, 7М). Однако с началом отталкивания ногой мах резко ускоряется, что компенсирует невысокую скорость выпада и помогает лучше толкнуться ногой.

Скольжение на лыже (лыжах), составляющее основную часть шага, имеет в одновременных ходах исключительное значение. Оно осложняется тем, что поза лыжника сильно изменяется от согнутого (рис. 7И) до почти выпрямленного положения (рис. 7А, 7М). ОЦТ гонщика совершает два вертикальных перемещения — в течение V — I фаз с амплитудой 5–10 см, в III А фазе с амплитудой 30–50 см. Такие большие вертикальные перемещения серьезно влияют на давление лыж на снег, которое очень вариативно. Но они необходимы, так как при этом используется потенциальная энергия поднятого тела для отталкивания как ногой, так и руками. Вместе с тем нельзя допускать излишне резких перемещений тела и его частей. Действия лыжника, направленные

на увеличение длины скольжения и его скорости, различны в каждой фазе. В начале I фазы необходимо плавно перенести вес тела на скользящую лыжу. Поднимание ОЦТ в этой фазе может и не вызвать увеличения давления, если оно осуществляется за счет импульса силы, полученного от отталкивания ногой. Во II фазе, особенно в ее начале, давление на лыжу должно значительно уменьшаться в результате усилий на палки, а также из-за сгибания ног. У неквалифицированных лыжников давление во II фазе уменьшается, как правило, намного меньше. В этой фазе важно также плавно приставить маховую ногу и равномерно распределить вес тела на обе лыжи. В III фазе увеличение давления может вызвать резкое отбрасывание рук, а также быстрое выпрямление туловища и ног. Эти движения следует делать плавно, иначе потери на трение в этой фазе, составляющей почти 2,5 м, сильно снизят ее длину и скорость. В начале III фазы давление уменьшается благодаря подседанию.

Движения туловища, играющие в одновременных ходах гораздо большую роль, заключаются в следующем: 1) при выпрямлении туловища запасается потенциальная энергия, которая используется при отталкивании палками; 2) за счет мышц туловища создаются дополнительные усилия на палки, превышающие в начале отталкивания усилия рук; 3) наклон туловища позволяет оттолкнуться палками под более острым углом. Наибольший наклон туловища происходит в конце II фазы (рис. 7К), наименьший - в конце III А фазы (рис. 7А). Амплитуда колебаний туловища достигает $70-80^\circ$, что предъявляет значительные требования к мышцам спины.

Одновременный бесшажный ход (рис. 8) характеризуется более или менее частыми отталкиваниями палками при непрерывном скольжении на обеих лыжах. Этот ход используется главным образом под уклон при наличии хорошей опоры для палок. Время между каждым отталкиванием составляет 1,2-1,5 с. Расстояние, пройденное при этом, зависит от скорости передвижения, которая, в свою очередь, зависит от условий скольжения и крутизны склона. Однако при скорости более 7,5-8 м/с, которая достигается под уклон, одновременный бесшажный ход уже не выгоден, так как лыжники не успевают оттолкнуться палками.

Таблица 6

Угловые характеристики техники одновременных ходов

Характеристика	Одновременные значения	отнош. максимальные значения	Одновременный бесшажный ход (средние данные)
Угол в коленном суставе в момент:			
переката	160	172	170
броска	135	152	-
подседания	117	134	-
выпада	133	143	-
окончания отталкивания	148	162	-
постановки палок	147	175	172
выноса палок	145	170	175
окончания отталкивания палками	148	160	150
Наклон бедра к горизонту в момент:			
выпада	46	56	-
выноса палок	62	82	84
постановки палок	67	86	78
окончания отталкивания	54	63	57
Наклон туловища к горизонту в момент:			
переката	54	70	69
броска	47	60	-
выноса палок	44	61	85
постановки палок	40	48	48
выпада	51	68	-
окончания отталкивания	3	16	0
Угол в локтевом суставе в момент:			
переката	130	161	-
выноса палок	109	138	130
постановки палок	95	130	135
наибольшего сгибания	83	108	85
окончания отталкивания	156	180	173
Угол палок к горизонту в момент:			
выноса	81	103	105
постановки	78	93	80
минимального наклона	19	23	18
окончания отталкивания	22	30	26
поднимания носка ботинка после толчка ногой, см	26	41	-
расстояние от носка ботинка до палок при их постановке	31	64	39

Фазовая структура одновременного бесшажного хода включает две фазы: I – скольжение без отталкивания, II – скольжение с отталкиванием палками. Граничными моментами служат окончание толчка палками (рис. 8Е) и постановка палок на снег (рис. 8В). Первая фаза относительно пассивная, передвижение в ней осуществляется за счет скорости, полученной в результате отталкивания палками. В этой фазе выполняются движения, направленные на создание условий для эффективного отталкивания палками. На протяжении II фазы лыжник, отталкиваясь палками, увеличивает скорость, ограниченную прежде всего сопротивлением воздуха.

В таблице 6 приведены угловые характеристики техники одновременных ходов.

1.4.ВАРИАТИВНОСТЬ ТЕХНИКИ ЛЫЖНИКА-ГОНЩИКА

Чрезвычайная вариативность условий скольжения, составляющая специфику лыжных гонок, отражается на технике передвижения. Важнейшим ее показателем является скорость, меняющаяся в зависимости от условий скольжения в пределах 15 %, что может составить более 6 мин на дистанции 15 км. Заметно изменяются и другие показатели. Поскольку этот вопрос еще далек от окончательного решения, мы будем говорить в основном лишь о наиболее разработанной его части – вариативности техники попеременного двухшажного хода.

На большей части территории нашей страны тренировки и соревнования на лыжах проходят при морозе, это так называемые условия скольжения. Обычно они присущи укатанной лыжне при температуре снега -3°C и ниже.

Хорошие условия обычно встречаются при температуре воздуха -6°C – -12°C . Характерные значения коэффициентов трения скольжения и сцепления $K_{\text{ск}} = 0,05$, $K_{\text{сц}} = 0,25$. Коэффициент трения сцепления по плотной лыжне при морозе регулируется смазкой и обычно вполне достаточен для

выполнения полноценного отталкивания. Коэффициент трения скольжения, напротив, может ухудшаться в условиях сильного мороза почти вдвое. Это может существенно снизить скорость передвижения, но, как правило, меньше чем на 5 %. При этом наиболее страдает длина скользящей части шага, которая может уменьшиться на 20 %. Возрастание длины выпада (в пределах 5 см), обеспечивает оптимальное соотношение шагающей и скользящей части шага (коэффициент ритма). Весь шаг при крайних значениях коэффициента трения скольжения может уменьшаться почти на 30 см. Снижение скорости при этом частично компенсируется увеличением частоты шагов. Наблюдаются и небольшие изменения в других показателях техники, но внешний рисунок хода сохраняется.

В средней полосе России такие условия зимой встречаются примерно в 85 % всех случаев. В Сибири их еще больше, но в ряде районов нашей страны (Прибалтика, Карпаты и др.), а также в Западной Европе преобладают иные условия, связанные с более теплой зимой. При этом не удается адекватно свести их к изменению коэффициентов трения скольжения, так как меняется сам механизм трения. В самом деле, при теплой погоде в снеге образуется много воды, которая совсем иначе проявляет себя на различных скоростях. Меняется структура снега, и вместо снежинок, спрессованных морозом, на лыжню попадают комья мокрого снега, да и сама она теряет обычную твердость. В этих условиях скользящей лыже препятствует слой сминаемого снега, что объясняется другими физическими закономерностями. Часто в оттепель возникают проблемы с "держанием" лыжи. Характерным здесь является бессчетное количество возникающих нюансов. Тем не менее можно выделить несколько качественно различающихся между собой групп.

1. Условия скольжения при ярко выраженной оттепели.

2. Условия скольжения при передвижении по мягкой лыжне, чаще всего на свежевывавшем снегу с температурой снега минус 1-3°.

3. Отличные условия скольжения, как правило, на крупнозернистом снегу.

4. Неустойчивые условия скольжения. Обычно

они возникают при нулевой температуре и свежесвыпавшем снеге. Малейшее изменение условий в такую погоду вызывает трудноконтролируемые изменения условий скольжения, что в большой степени сказывается на технике.

Разберем более подробно каждую из указанных разновидностей условий скольжения, заметно влияющих на структуру техники лыжника-гонщика.

Условия скольжения в оттепель. Температура воздуха (от 0 до 10° С и выше) и состояние снега (содержание в нем воды) могут сильно различаться. Мы пока не в состоянии описать удовлетворительным образом их изменения при помощи какого-нибудь обобщающего показателя. Поэтому опишем здесь только особенности техники в условиях ярко выраженной оттепели, при значительной плюсовой температуре и набухшей водянистой лыжне.

Изменение внешних условий проявляется в : а) ухудшении скольжения, б) возможности приложить большую силу при отталкивании ногой из-за увеличения сцепления лыж со снегом, в) увеличении времени отталкивания. Как следствие уменьшается длина шага при возрастании частоты шагов.

Скорость передвижения на равнинном участке в ярко выраженную оттепель снижается до 6%, длина шага составляет 90% по сравнению с хорошими условиями при возрастании на 5% частоты шагов.

Перераспределение происходит и в фазах скользящего шага, что проявляется в коэффициенте ритма, уменьшающегося почти на 30%. Это означает, что спортсмены стали проходить в скольжении гораздо меньшее расстояние, что оправдано, так как лыжи в оттепель обычно скользят хуже. Выпад своевременный, длина его увеличена почти на 10 см за счет более низкой посадки и вертикального положения голени в начале I фазы. Длина свободного скольжения снижается на 15-20%. Чтобы предотвратить излишнее падение скорости в этой фазе, палка ставится на снег под более острым углом, ближе к носку ботинка. Расстояние, пройденное при отталкивании палкой (II и III фазы), уменьшено на 20-25%, что отражает снижение роли отталкивания в оттепель. Для техники скольжения в оттепельных условиях характерно мощное отталкивание ногой, являющееся обязательным.

При менее выраженной оттепели изменения в

технике уменьшаются и возможны случаи, когда при оттепели техника не отличается от передвижения в стандартных условиях скольжения.

Передвижение по мягкой лыжне. Изменение внешних условий проявляется в: а) недостаточном держании, что не дает возможности сильно оттолкнуться ногой, б) ухудшении скольжения, в) увеличении времени отталкивания. Снижение длины каждого шага почти на 0,5 м сопровождается увеличением частоты шагов. Выпад увеличен на 5-10 см, что достигается более вертикальным углом постановки голени при окончании выпада, а также более низкой посадкой. Более низкая посадка дополнительно увеличивает время отталкивания, тем самым частично компенсируя уменьшение импульса силы. Длина I фазы снижена на 20%, что значительно больше, чем снижение скорости хода, и отражает недостаточность отталкивания ногой. Палка ставится на снег под более острым углом, ближе к носку ботинка. Нога после отталкивания не должна подниматься более чем на 15-20 см. Расстояние, пройденное при отталкивании палкой, уменьшается на 25 %. Следовательно, отталкивание палкой не может компенсировать сравнительно менее мощный толчок ногой. Мах совершается более (почти на 10°) согнутой ногой, что выгоднее при повышенной частоте шагов. Выпад своевременный или запаздывающий. Туловище более выпрямлено, его колебания меньше. Это оправдано, так как увеличивать горизонтальную составляющую в таких условиях нельзя, произойдет проскальзывание. Таз лыжника немного отстает, в результате чего ОЦТ расположена ближе к пятке. Для передвижения по мягкой лыжне характерны плавные, крадущиеся движения без резких ускорений.

Отличные условия скольжения. Изменение внешних условий проявляется в: а) улучшении скольжения, б) хорошем держании, в) критическом уменьшении времени отталкивания ногой. Длина шага возрастает до 3,5-4,0 м при снижении частоты шагов, что предъявляет особые требования к развитию скоростно-силовых качеств. Длина выпада уменьшена на 5 см, при этом угол голени в момент окончания выпада 80° . Посадка лыжника более низкая, что частично компенсирует дефицит времени

отталкивания ногой. Толчок ногой отличается большей глубиной подседания, а также подниманием носка ботинка после отталкивания на высоту около 30 см. В результате мощного отталкивания длина свободного скольжения значительно увеличена. В I фазе голень остается под острым углом к горизонту. Если подать голень вперед, то проекция ОЦТ окажется за стопой, что при таком длительном скольжении приведет к проваливанию таза. Палка ставится на снег более вертикально ($80-85^\circ$) на расстоянии 30-40 см впереди носка ботинка, так как скорость свободного скольжения замедляется меньше. Увеличение длины II и III фаз предполагает мощное отталкивание палкой, которая выносится выше (примерно до уровня лба) и энергичнее ставится на снег. Возрастание длины этих фаз, сопровождающееся высокой их скоростью, - важный показатель рациональной техники в таких условиях. Из-за высокой скорости хода скорость маха наивысшая, с большим расходом энергии. Чтобы его несколько уменьшить, необходимо согнуть маховую ногу еще примерно на 5° . Колебания туловища в различных условиях скольжения наибольшие и составляют примерно 20° .

Неустойчивые условия скольжения. В этих условиях резко снижается скорость и изменяется техника передвижения. Хотя они и встречаются довольно редко, с ними приходится сталкиваться на ответственных соревнованиях. Следовательно, и такие условия необходимо учитывать и специально готовиться.

Характерными для неустойчивых условий скольжения являются два случая: 1) подлипание снега к колодке лыж (подлип), 2) слабое сцепление лыж со снегом (отдача). Специфическим является также резкий и неоднократный переход от одного случая к другому в процессе гонки.

Техника передвижения с подлипом отличается резким выдвижением стопы вперед в I фазе, длина которой сильно уменьшена. Посадка при этом должна быть ниже, мах ногой значительно энергичнее, а палка ставится на снег ближе к пятке. Само передвижение больше напоминает бег широкими шагами (прыжками), но с малым прокатом на лыжне. Важно уметь быстро освободиться от подлипа (или

уменьшать его), для чего нужно всем телом навалиться на скользящую лыжу.

Техника передвижения с отдачей отличается слабыми и незаконченными отталкиваниями ногами, направленными больше вверх (толчок под себя), более низкой посадкой и коротким выпадом. Особые требования предъявляются к работе рук, мощное отталкивание которых препятствует проскальзыванию лыж. Само передвижение больше напоминает бег с высокой частотой шагов и короткими шагами.

Техника передвижения на лыжах зависит не только от условий скольжения, но и от других факторов. Так, техника лыжниц отличается от техники лыжников. Начинающим лыжникам нельзя копировать технику спортсменов высокого класса. Длина дистанции и связанное с ней утомление также оказывают влияние на технику. Наконец, на соревнованиях на различные по длине дистанции и в тренировках лыжники передвигаются на различных скоростях, что сопровождается значительными изменениями в элементах техники.

а) Влияние скорости передвижения

Техника существенно зависит от скорости передвижения. Минимальная скорость попеременным двухшажным ходом на равнине, при которой еще сохраняется структура техники, одинакова для лыжников любой квалификации и составляет 2,5-3,0 м/с (К.К. Цильмер). Наивысшая скорость, которую могут развить лыжники на коротком отрезке, составляет 6,5-7,0 м/с.

В зависимости от скорости изменяются усилия рукой и ногой. С ростом скорости увеличивается горизонтальная и вертикальная составляющие усилий, но последняя в меньшей степени. Это предопределяет более выгодное направление отталкиваний на высоких скоростях. Максимум усилий с ростом скорости достигается значительно быстрее (большой градиент силы), а время отталкиваний сокращается.

При возрастании скорости хода увеличиваются длина и частота шагов. Но длина шага возрастает лишь до определенной (критической) скорости, зависящей от индивидуальных особенностей лыжников. Дальнейший рост скорости сопровождается только возрастанием частоты шагов.

В отношении выполнения элементов техники необходимо отметить, что все они с ростом скорости выполняются значительно быстрее. Например, если подседание на скорости 3,0 м/с выполняется в среднем за 0,23 с, то на скорости 5,5 м/с – уже за 0,14 с. С уменьшением скорости в большой степени возрастает продолжительность и длина относительно пассивных элементов техники, например, свободного скольжения. Это создает большие возможности для расслабления.

Характерным для предельной скорости является критическое уменьшение времени выполнения важнейших элементов техники, и прежде всего отталкивания ногой, что сильно затрудняет действия лыжников, часто искажает рациональность многих элементов и снижает экономичность хода. Поэтому необходимо специально отработать соответствующие двигательные навыки на сверхсоревновательных скоростях, тем более что они редко применяются в тренировочном процессе. При этом нужно требовать, чтобы с возрастанием скорости ни в коей мере не снижалась длина каждого шага и не нарушалась структура движений. Совершенствование структуры отталкивания на предельных скоростях весьма затруднительно и имеет альтернативу в применении в таких условиях одновременных ходов.

б) Влияние утомления

Известно, что в циклических видах спорта между скоростью и предельным временем ее поддержания имеется зависимость, получившая название "кривой рекордов". Ее аналитическое выражение приближенно можно представить в виде уравнения:

$$v = Kt^{\gamma},$$

где K и γ – коэффициенты (K зависит от максимальной скорости, типичной для каждого вида спорта, γ характеризует снижение скорости и является общим).

Для стайерских дистанций в легкой атлетике γ равно 0,0547. Анализ результатов в лыжных гонках дает основание использовать значение этого коэффициента и в практике лыжного спорта. Для этого вышеприведенное уравнение лучше представить в виде:

$$L_2 / L_1 = (t_2 / t_1)^{1-\gamma},$$

где L - длина соответствующей дистанции.

На основании этого уравнения разработаны таблицы эквивалентных результатов на классических дистанциях в одинаковых условиях скольжения на одной и той же трассе.

Таким образом, понятие "соревновательная скорость" связано с длиной соревновательной дистанции и, согласно приведенным уравнениям, различается на дистанциях 10 и 50 км почти на 10 %.

В зависимости от длины дистанции меняется не только скорость, но и ее компоненты. Иными словами, утомление оказывает влияние на соотношение между длиной и частотой шагов. Если лыжники передвигаются с постоянной скоростью, то через некоторое время длина шагов начнет уменьшаться, а скорость сохранится за счет увеличения частоты шагов. Затем поддержание заданной скорости станет невозможным, так как сила отталкиваний и связанная с нею длина шагов уменьшается быстрее. Когда уменьшается и частота шагов, скорость резко падает. Такая картина является общей для всех видов спорта.

Возникает вопрос: как долго лыжники могут поддерживать заданную скорость передвижения без изменений показателей техники? Это зависит от скорости передвижения; чем она выше, тем быстрее произойдет нарушение в элементах техники. Этот вопрос связан с тактикой построения гонки, с достижением наивысшего для данных условий результата и отражает ее внутреннюю структуру. Ответа на этот вопрос пока нет. Пока возможны лишь некоторые оценки. Так, установлено, что лучшие лыжники на длинных дистанциях не допускают падения скорости на второй ее половине больше чем на 2 %. При этом в конце дистанции частота шагов увеличивается, но не более чем на 5 %. Снижение же длины шагов, вызванное уменьшением силы отталкивания из-за утомления, не превышает 10 %. Нарушение этих соотношений, вызванное слишком быстрым началом гонки, приводит к резкому падению скорости в конце ее, и в итоге результат оказывается значительно ниже, чем мог бы быть.

в) Особенности техники лыжниц-гонщиц

Скорость на равнинных участках у мужчин и женщин одинаковой квалификации различается на 10-20 %. Точные значения еще не получены. Однако нельзя рассматривать технику женщин-гонщиц как технику мужчин-гонщиков менее высокой квалификации. В самом деле, соотношение между скоростью, длиной и частотой шагов совершенно различно.

Так, на одном соревновании были зарегистрированы следующие данные у мужчин и женщин: скорость - 5,28 и 4,71 м/с, длина шага - 3,05 и 2,55 м, частота шагов - 1,73 и 1,85 шагов в секунду. Если бы скорость мужчин была такой же, как и женщин, то частота шагов при сохранении длины шага у них составила бы всего 1,45 шаг/с, что почти на 30 % меньше истинной. Такие большие изменения в одном из важнейших показателей техники говорят о том, что лыжницы идут на лыжах иначе. Это вызвано различием в строении тела и уровне развития скоростно-силовых качеств. В частности, более высокая частота шагов во многом обусловлена относительно более короткими ногами у женщин и является для них более выгодной. Но высокая частота шагов требует хорошей функциональной подготовки, чего часто недостает лыжницам младших разрядов. Поэтому частота шагов у них, как правило, меньше и в еще большей степени снижена скорость.

Сравнительно невысокий уровень развития скоростно-силовых качеств лыжниц предопределяет прежде всего: 1) уменьшение силы отталкивания ногами (разница 30-50 %) и особенно руками (разница по сравнению с мужчинами достигает 100 %); 2) снижение длины фаз в период скольжения и длины шага. Указанные особенности вызывают и некоторые компенсаторные изменения в технике лыжниц-гонщиц: 1) пережат выполняется через менее выпрямленную ногу, размах подседания уменьшен; 2) нога после отталкивания не должна подниматься выше, чем на 20 см над лыжней; 3) угол постановки голени на снег почти вертикален; 4) палка ставится на снег близко к носку ботинка под углом примерно 70°; 5) мах совершается более согнутой ногой; 6) наклон туловища и размах колебаний увеличен; 7) более затянута длина фаз в период

скольжения за счет большего снижения скорости.

Разница в выполнении техники, вызываемая индивидуальными особенностями, у женщин гораздо меньше, чем у мужчин (почти на 50 %).

На равнинных участках различия в фазовом составе заключаются в меньшей продолжительности фаз I и III. На подъемах различия более выражены. Фаза II выпадает уже на склоне крутизной 8° . Период стояния лыжниц длится значительно дольше, а период скольжения укорочен из-за менее мощного отталкивания ногой. Таким образом, отличительные черты техники подъемов у женщин проявляются уже на менее крутых склонах. Имеются различия и в угловых характеристиках техники, однако они невелики.

С самого начала изложения, всегда, когда мы говорили о некоторых "стандартах" рациональной техники лыжных ходов, то подчеркивали ее зависимость от множества факторов и указывали пределы допустимых отклонений. В настоящем разделе эта тенденция проявилась наиболее полно. Но одну деталь мы до сих пор не упоминали. Речь идет о взаимосвязи техники и длины лыж и особенно палок. В последнее время, кажется, были перечеркнуты все прежние рекомендации по выбору длины лыжного инвентаря, и правила соревнований ограничились допустимыми ростовками. (Палки не более, а лыжи не менее роста спортсмена). Встречающееся разнообразие на соревнованиях заставило поставить эксперименты по определению оптимальной их длины. Выяснилось, в частности, что длина палок существенно влияет на результат в гонке и зависит от условий передвижения и индивидуальных особенностей спортсмена. Причем различия достигали нескольких десятков секунд на дистанции 10 км. При этом длина выбранных палок существенно влияет на угловые характеристики техники, заметно изменяя приведенные выше ориентиры. Впрочем, здесь нет ничего неожиданного, и выбор оптимальной длины палок стал похож на действия велосипедиста, подбирающего для каждой условий подходящий диаметр шестеренок.

II. КОНЬКОВЫЕ ХОДЫ

Группу коньковых ходов, составляют несколько способов передвижения на лыжах.

1. Полуконьковый ход.
2. Одновременный двухшажный коньковый ход.
3. Одновременный одношажный коньковый ход.
4. Попеременный двухшажный коньковый ход.
5. Коньковый ход без отталкивания палками.

В соревнованиях по лыжным гонкам, в которых можно использовать любые ходы, кроме перечисленных коньковых способов передвижения, нередко применяется и одновременный бесшажный ход. В коньковых ходах доминируют одновременные способы. Основа техники выполнения одновременного отталкивания палками в коньковых и классических ходах одна и та же. Имеющиеся особенности вряд ли можно отнести к категории принципиальных отличий. Поэтому основные методические подходы в овладении и совершенствовании техники работы рук в коньковом и классическом стиле совпадают. Кардинальные различия имеют место в структуре отталкивания ногами. В коньковых ходах оно производится способом "скользящего упора" (терминология В.В. Ермакова), т.е. со скользящей лыжи, направленной под углом к движению спортсмена (рис. 9). При этом значительно увеличивается время приложения силы отталкивания ногой. И хотя величина ее меньше, чем в классических ходах, импульс силы значительно возрастает (рис. 10).

2.1. ПОЛУКОНЬКОВЫЙ ХОД

Эра конькового стиля началась с полуконькового хода. В начале 80-х годов его называли "коньковым ходом", а за рубежом - "ходом Сиитонена", в честь неоднократного победителя самого престижного лыжного марафона в мире "Вазалоппет". Финский гонщик одним из первых успешно применял новый способ передвижения. Но ощутимого преимущества этот ход тогда не имел из-за наличия

смазки на лыжах, хотя высокие потенциальные возможности нового способа были уже заметны.

Главной технической особенностью полуконькового хода, предопределившей резкий скачок в повышении соревновательных скоростей в лыжном спорте, стало выполнение отталкивания ногой при подвижной скользящей опоре. Правда, для этого лыжник вынужден совершать значительные поперечные перемещения тела, что несколько снижает эффективность передвижения. С помощью специальных высокоточных методов киносъемки определено, что у ведущих лыжников-гонщиков общий центр масс совершает меньшие поперечные экскурсии в коньковых ходах (G. Smith и др., 1988).

Отталкивание руками в полуконьковом ходе (рис. 11) выполняется так же, как в классических одновременных способах. Различие - в сочетании времени выполнения толчковых движений палками и лыжами. В классическом одношажном ходе - последовательное выполнение этих действий, в полуконьковом - практически одновременное: постановка палок на снег и лыжи на опору совпадают (рис. 11, кадр 4). Окончание отталкивания лыжей на равнине происходит позже завершения отталкивания палками. С увеличением крутизны склона, преодолеваемого полуконьковым ходом, моменты окончания отталкивания лыжей и палками сближаются. Длительность отталкивания ногой в 2-3 раза больше, чем в классических ходах. Доля относительно пассивного периода в полуконьковом ходе, на протяжении которого лыжник выполняет маховые движения (рис. 11, кадры 1-4), занимает большую часть шага (рис. 12). В этом периоде скорость ОЦМ резко уменьшается. При передвижении в подъем снижение скорости ОЦМ происходит еще быстрее. Поэтому возможность применения полуконькового хода на подъемах ограничена.

Подседание выполняется иначе, чем в классических ходах. Перед началом отталкивания сгибается опорная, а не толчковая нога (рис. 11, кадры 5-7). Амплитуда сгибания в коленном суставе опорной ноги составляет 30-45°.

Длина полуконькового шага у сильнейших гонщиков может колебаться от 5 до 8 м в зависимости от условий скольжения. Продолжительность шага в разных условиях от 0,6 до 1,0 с.

Толчок ногой длится в среднем 0,25-0,30 с. Лыжа толчковой ноги располагается под углом до 30° к направлению движения по трассе. На высокой скорости угол разворота меньше.

Со времени своего появления техника полуконькового хода претерпела некоторые изменения. Разновысокое положение рук при постановке палок на снег сменилось одинаковой, параллельной работой рук во время толчка.

Равноценные отталкивания сериями в несколько шагов с одной, а затем с другой ноги представляются оправданной чертой рационального применения полуконькового хода. Оптимальные условия его применения – протяженные равнинные участки, особенно на марафонских дистанциях. Высокая экономичность хода обеспечивается меньшими по сравнению с другими способами коньковых ходов поперечными колебаниями. Однако отсутствие колеи лыжни на трассе ограничивает возможности его использования.

2.2. ОДНОВРЕМЕННЫЙ ДВУХШАЖНЫЙ КОНЬКОВЫЙ ХОД

Цикл хода, продолжительность которого около 1,25 с, длина до 8 м, состоит из двух скользящих коньковых шагов и одного отталкивания палками. Причем первый (на рис. 13 первые четыре кадра) и второй шаг (остальные кадры) неравнозначны. Они отличаются по длине, продолжительности и скорости. Отталкивание палками в большей степени приходится на второй шаг, поэтому здесь скорость лыжника в среднем на 0,5 м/с выше, чем в первом шаге, в течение которого палки выносятся вперед. Длительность первого шага в среднем на 0,1 с больше, хотя у некоторых спортсменов первый шаг короче второго. Рациональная техника хода характеризуется более равномерным распределением скорости лыжника в цикле хода, т.е. снижением перепада скорости.

Свойственная этому ходу асимметричность в координации движений рук и ног означает, что встречаются два варианта хода, которые можно различать по находящейся в опорном положении ноге

в начале отталкивания палками. На кинограмме рисунка 13 показан правосторонний вариант хода. В каждом из вариантов одни и те же группы мышц плечевого пояса и нижних конечностей испытывают неравномерное напряжение, так же как при передвижении полуконьковым ходом неравная нагрузка приходится на опорную и толчковую ноги. Лыжники должны одинаково хорошо владеть обоими вариантами хода, что позволит более равномерно распределять нагрузку на разные группы мышц.

После окончания отталкивания ногой (в правостороннем варианте - правой, рис. 13, кадр 1) происходит свободное скольжение на ребре другой лыжи, мах ногой (замедленный) с постепенной загрузкой лыжи и вынос палок вперед. Продолжительность этой фазы около 0,55 с, в ней преодолевается до 45 % длины цикла. При скольжении туловище занимает выпрямленное положение (рис. 13, кадры 2 и 3). Отталкивание ногой начинается до постановки палок на снег. Оно совершается согнутой в коленном суставе ногой, плавным жимовым усилием. Время отталкивания примерно 0,5 с. При этом имеет место период двухопорного скольжения, т.е. время, когда обе лыжи касаются снега (рис. 13, кадры 3 и 4). Он непродолжителен - от 0,06 до 0,15 с, но с увеличением крутизны склона становится дольше. У лучших лыжников он короче.

В отличие от одновременных классических способов передвижения палки втыкаются в снег неодномоментно, с несимметричным наклоном и неодинаковым сгибанием рук в плечевых и локтевых суставах. Зеркальному расположению правой и левой рук препятствует широко отведенная в сторону опорная лыжа. Из-за этого одноименная с опорной ногой рука, значительно больше выпрямленная в локтевом суставе, втыкает палку под более острым углом и, как правило, несколько раньше другой. Асинхронность составляет в среднем 0,05 с, но варьирует в пределах ± 100 %. Лыжник вынужден очень широко расставлять палки (расстояние между штырями палок 1 - 1,3 м), больше наклоняя внутрь одноименную с опорной ногой палку (рис. 14а). Кисти рук в начале отталкивания занимают разновысокое положение. Толчок палкой со стороны опорной ноги (здесь - правой) осуществляется в

продольной плоскости, строго вдоль основного направления движения лыжника. Другой палкой гонщик толкается больше в сторону, в поперечном направлении. Максимальный наклон правой палки к плоскости трассы составляет $20-25^{\circ}$, что примерно на $5-10^{\circ}$ острее, чем угол наклона противоположной палки. Амплитуда наклона туловища в течение толчка палками $25-30^{\circ}$. Это несколько меньше по сравнению с традиционными одновременными ходами, что можно объяснить увеличенной длиной палок. Почти сразу после постановки палок завершает отталкивание другая нога, и наступает короткий период, когда вес тела распределен на обе лыжи и палки. Завершается толчок палками, как и их постановка, неодновременно (разница от 0,02 до 0,18 с). В правостороннем варианте хода левая палка раньше отрывается от снега. Неодинаковое положение палок свидетельствует о неравномерном распределении усилий и различном направлении отталкивания. Продолжительность отталкивания палками 0,3-0,4 с.

Активное разгибание толчковой ноги происходит при сгибании коленного сустава в $130 \pm 5^{\circ}$. Но обязательного для классического хода выполнения подседания перед началом активного разгибания ноги при коньковом способе нет. С момента постановки маховой ноги на снег происходит медленное постепенное разгибание опорной ноги (рис. 13, кадр 3), переходящее в активное движение по окончании отталкивания палками (рис. 13, кадр 6), и завершается полным выпрямлением конечности в момент отрыва лыжи от снега. Ведущие лыжники выполняют это движение за 0,16 - 0,22 с. Затем цикл хода повторяется.

Одной из основных особенностей техники коньковых ходов являются значительные поперечные перемещения тела. Различные его части совершают неодинаковое перемещение в поперечной плоскости (рис. 15). Эти движения во многом зависят от угла разведения лыж. На равнинных участках указанный угол находится в пределах $15 - 45^{\circ}$ и определяется преимущественно скоростью передвижения, с увеличением которой он уменьшается. На подъемах он

еще больше увеличивается (до 60°), а при преодолении самых крутых склонов (около 15°) угол между лыжами может доходить до $75 - 80^\circ$, что является предельной величиной, так как более широкое положение лыж существенно затрудняет общее продвижение вперед. Более узкое положение лыж предпочтительнее.

На рис. 16а представлены угловые характеристики техники ведущих лыжников в различные моменты одновременного двухшажного конькового хода. Однако следует помнить, что точная регистрация угловых характеристик затруднена при одноплановой съемке, поскольку поперечные перемещения различных частей тела заметно искажают реальную картину, особенно при съемке объекта с малых расстояний.

Представляет интерес динамика скорости спортсмена в цикле конькового двухшажного хода (рис. 17). Если за 100 % принять среднюю скорость хода, то в шаге с выносом палок скорость лыжника, измеренная по тазобедренному суставу, равна 90-97 %. Она постепенно падает, достигая наименьших значений (88-90 %) к моменту постановки палок на снег. Разгибание туловища увеличивает сопротивление воздуха, которое существенно препятствует движению при высокой скорости хода, поэтому полное выпрямление туловища нецелесообразно. У сильнейших лыжников его наклон, как правило, не превышает 70° . На протяжении толчка палками скорость постоянно растет. Быстрота увеличения скорости характеризует силу отталкивания руками. К моменту отрыва палок лыжник достигает самой высокой скорости (110-115 %). Затем она постепенно падает, а начало активного разгибания толчковой ноги в коленном суставе снижает дальнейшие потери в скорости. Поэтому более раннее начало отталкивания ног (сразу после окончания толчка руками) представляется рациональным.

Смена правостороннего варианта на левосторонний может выполняться через цикл одновременного одношажного конькового хода.

Рассмотренный одновременный двухшажный коньковый ход имеет еще одну разновидность (рис. 18), применяемую лыжниками на ровных отрезках трассы в

хороших условиях скольжения. Можно назвать этот вариант одновременного двухшажного конькового хода равнинным. Отличие от основного варианта проявляется в том, что палки ставятся на опору значительно позже. Общая продолжительность цикла на 25-30 % больше, чем в основном варианте. Длина также увеличена и достигает 12 - 13 м.

На рис. 19 показано изменение скорости лыжника в цикле равнинного варианта и его кинограмма. Кривая имеет два выраженных пика в конце каждого шага. Эта особенность отличается равнинный вариант от основного, имеющего однопиковую динамику. Увеличение скорости лыжника в первом шаге достигается активным подседанием с последующим мощным отталкиванием ногой. Каждый пик на кривой изменения скорости лыжника совпадает с отталкиванием ногой. В обоих вариантах хода два шага и, следовательно, два отталкивания ногами составляют цикл движений. Однопиковая динамика скорости основного варианта объясняется менее эффективным отталкиванием в шаге с выносом палок.

Начало отталкивания палками в равнинном варианте осуществляется позже, чем в основном, а именно во время второго шага, а не в конце первого. Само отталкивание палками имеет заметное различие, поскольку техника его исполнения в равнинном варианте больше напоминает "классический" способ одновременного отталкивания руками: без свойственной основному варианту асинхронности и несимметричности в работе рук, с более узким расположением палок (рис. 24б); и это можно отнести к преимуществам техники равнинного одновременного двухшажного конькового хода. Если в основном варианте главную нагрузку несет верхний плечевой пояс, то эффективность равнинного варианта в большей степени зависит от мощности отталкивания ногами. Более узкая "елочка" следов, т.е. меньший угол разведения лыж, характерна для техники равнинного варианта в исполнении квалифицированных гонщиков. Эта особенность усиливает эффективность его применения.

Равнинный вариант конькового хода позволяет более рационально использовать хорошее скольжение лыж. Оптимальные условия применения этого способа - отличное скольжение, высокая скорость пере-

движения. Одно из главных требований к рациональной технике исполнения равнинного варианта одновременного двухшажного конькового хода — более низкое положение туловища, позволяющее уменьшить сопротивление воздуха, что существенно при высокой скорости хода. Обеспечивается оно дополнительным наклоном туловища, сгибанием в тазобедренном и коленном суставе.

2.3. ОДНОВРЕМЕННЫЙ ОДНОШАЖНЫЙ КОНЬКОВЫЙ ХОД

Цикл составляют два шага, в отличие от конькового двухшажного одновременного хода зеркально повторяющие рисунок движений. Поэтому на кинограмме хода (рис. 20) представлена половина цикла. На каждый коньковый шаг ногой спортсмен делает отталкивание палками. Частота шагов в коньковом одношажном ходе на 50 % меньше, чем в двухшажном. Вот почему возможность его применения на крутых склонах, где высокая скорость достигается за счет большой частоты движений, ограничена.

Относительно пассивный период хода, когда лыжник не может ни увеличить скорость, ни поддержать ее, начинается с момента отрыва лыжи от снега (окончания отталкивания ногой). Спортсмен выносит палки вперед, полностью выпрямляет опорную ногу в коленном суставе ("перекат") и разгибает туловище. Стопа маховой ноги подносится к опорной на высоте не более 10-12 см над лыжей. Скорость лыжника неуклонно падает, из-за этого вынос палок необходимо осуществлять энергично, излишне не затягивая его. Постановке палок на опору предшествует начало подседания (рис. 20, кадр 4). Но у некоторых лыжников сгибание ноги в коленном суставе происходит уже при отталкивании палками, что, по-видимому, рациональней, так как скорость при совершении подседания наименьшая в цикле хода.

Отталкивание палками напоминает технику исполнения этого элемента в классических одно-временных ходах. Палки втыкаются в снег одновременно под острым углом к склону (рис. 16 б) с

симметричным и нешироким положением рук. Отталкивание начинается раньше постановки маховой ноги на снег. Лыжа расположена под углом $15-20^\circ$ к продольному направлению движения.

Толчок палками сопровождается наклоном туловища, изменяющимся за время отталкивания на $20-30^\circ$. Полная же амплитуда колебаний туловища достигает 40° , что несколько меньше, чем в одновременных способах классического стиля. Наклон туловища позволяет оттолкнуться палками под более острым углом (минимальный угол - 25°) и тем самым увеличить горизонтальную составляющую прилагаемой силы. Активная работа туловища приводит к значительным энергетическим затратам, поэтому на длинных дистанциях техника конькового одновременного одношажного хода характеризуется меньшим изменением наклона туловища. Отталкивание палками совершается почти на 30 % чаще, чем в двухшажном коньковом ходе.

Завершая отталкивание палками, лыжник начинает толчок ногой (рис. 20, кадр 6). В этот момент рука и палка составляют прямую линию. Во время отталкивания лыжей происходит последовательное разгибание ноги в коленном и голеностопном суставах, а также разгибание туловища. Угол сгибания толчковой ноги в коленном суставе - $130-135^\circ$. Таким образом, амплитуда подседания доходит до $35-45^\circ$. Начало выпрямления ноги почти всегда совпадает с моментом отрыва палок. Такое своевременное разгибание в коленном суставе позволяет не только поддержать скорость, но и увеличить ее. Полноценное подседание на толчковой ноге - отличительная особенность и неотъемлемое требование техники одновременного одношажного конькового хода. Отсутствие подседания снижает эффективность отталкивания ногой и хода в целом.

У сильнейших лыжников отношение "рабочих" (толчковых) фаз к относительно пассивному периоду маховых движений меньше, чем у слабо подготовленных спортсменов. Данный показатель можно использовать для оценки техники одновременного конькового хода.

После отрыва лыжи от снега шаг повторяется с поперечным перемещением общего центра масс спорт-

смена в противоположную сторону, в направлении маховой ноги.

Коньковый одношажный ход требует от спортсмена хорошей координации движений, развитого чувства равновесия, умения своевременно и сбалансированно загружать маховую ногу.

При ухудшении скольжения требуется увеличить частоту движений, но это приводит к увеличению расхода энергии. Поэтому при плохом скольжении одношажный коньковый ход неэффективен.

2.4. ПРЕОДОЛЕНИЕ ПОДЪЕМОВ КОНЬКОВЫМИ ХОДАМИ

Одновременный двухшажный коньковый ход - основной способ прохождения подъемов на трассе. Некоторые гонщики применяют одношажный ход на пологих непродолжительных подъемах крутизной до 5° при очень хороших условиях скольжения и чаще всего в начале дистанции. Это носит скорее исключительный характер. Эффективность преодоления подъемов одношажным ходом ограничена относительно низкой частотой шагов. При выносе палок вперед значительно снижается скорость, а увеличение частоты движений снижает эффективность отталкиваний и ведет к энергетическим потерям.

Одновременный двухшажный коньковый ход (основной вариант) стал доминирующим среди способов лыжных ходов. Он применяется практически на всем рельефе трассы. По мере увеличения крутизны преодолеваемого склона скорость хода снижается. Приблизительно ее можно выразить уравнением:

$$v = 1,1 \bar{v} + 0,01 \alpha^2 - 0,45 \alpha,$$

где \bar{v} - средняя скорость передвижения, α - угол склона.

Из этого выражения видно, что на равнинном участке трассы ($\alpha = 0^\circ$) скорость хода на 10 % выше средней скорости в гонке. Таким образом, равнинные участки преодолеваются наиболее быстро. В коньковых ходах скорость с увеличением крутизны склона убывает значительно быстрее, чем в классических, хотя средняя скорость на 3-6 %

выше (разница зависит от условий скольжения и рельефа). Уже на подъемах крутизной 8-10° скорость хода в обоих стилях уравнивается, а на более крутых подъемах скорость передвижения коньковым ходом заметно ниже. Таким образом, на трассах с крутыми подъемами результаты в гонках коньковыми ходами будут менее высокими.

В отличие от классического попеременного двухшажного хода частота движений в одновременном двухшажном коньковом ходе увеличивается на подъемах незначительно. В диапазоне от 0° (равнина) до 10° (крутой подъем) этот показатель возрастает в среднем на 10-15 %, в классическом стиле - на 40 %. При этом в коньковом ходе целесообразнее оперировать показателем частоты циклов (количество циклов в сек.).

На равнинных участках частота циклов в одновременном двухшажном коньковом ходе в среднем составляет 0,8 цикла в секунду. С увеличением крутизны склона на 1° частота циклов возрастает примерно на 1 %. Следовательно, зависимость частоты циклов от крутизны склона будет иметь вид:

$$\tau = 0,8 + 0,008 \alpha$$

С увеличением крутизны подъема заметно уменьшается длина конькового шага. У сильнейших лыжников в хороших условиях скольжения на равнине длина цикла основного варианта двухшажного хода достигает 8 м, на подъеме 5° составляет около 5 м, на подъеме 10° - около 3 м.

Отдельные элементы техники выполняются на подъемах иначе, чем на равнине. Как и в попеременном двухшажном ходе, пережат - пронос центра масс лыжника над стопой после отталкивания ногой - происходит при значительно согнутой в коленном суставе ноге (рис. 21, кадр 2, табл. 7). Несимметричное положение палок во время толчка руками более выражено, и сила, прикладываемая к обеим палкам, неодинакова. По этой причине лыжники чаще меняют лево- и правосторонний варианты хода на подъемах.

Отталкивание ногой в первом шаге (рис. 21, кадры 4, 5) завершается позже постановки палок на

снег. Таким образом, период двухопорного скольжения увеличен. Чем круче подъем, тем ближе к опорной ноге ставятся палки. Моменты окончания отталкивания палками и лыжей совпадают на подъемах средней крутизны ($5-7^{\circ}$), а на крутых участках толчок ногой завершается после отталкивания палками (рис. 21, кадры 1, 9).

С увеличением крутизны склона уменьшается доля первого, относительно пассивного шага, основную часть которого составляет свободное скольжение (рис. 21, кадры 1-4). Если на равнине эта фаза занимает около половины длительности цикла, то на подъеме 10° - только $1/3$ часть. Сокращение "нерабочих" (пассивных) фаз при преодолении подъемов характерно для лучших гонщиков.

Продолжительность отталкивания руками увеличена, но завершить его полным выпрямлением локтевых суставов на крутых участках, используя длинные палки, очень часто не удается. Угол разведения лыж увеличивается на подъеме. Но даже на самых крутых участках (около 15°) он обычно не превышает 70° . При более широкой "елочке" следов одновременный двухшажный коньковый ход нерационален из-за значительных поперечных перемещений центра масс лыжника. Эта особенность является одной из причин низкой скорости конькового хода на крутых подъемах.

"Рисунок" хода, т.е. положение различных звеньев тела, суставные углы, не претерпевает существенных изменений. Даже амплитуда колебаний туловища при отталкивании палками почти сохраняется на крутых подъемах. А это предъявляет повышенные требования к развитию силы мышц спины и брюшного пресса.

Значения угловых характеристик техники одновременного двухшажного конькового хода на участках различной крутизны приведены в таблице 7.

Таблица 7

Кинематические показатели техники одновременного двухшажного хода

Показатели	Крутизна склона		
	0°	5°	10°
Наклон голени маховой ноги к склону при окончании отталкивания палками (град.)	70±5	68±3	62±3
Угол в коленном суставе маховой ноги при окончании отталкивания палками (град.)	118±7	116±6	107±4
Наклон туловища к склону при окончании отталкивания палками (град.)	55±2	52±4	49±5
Наклон голени опорной ноги к склону перед постановкой палок на снег (град.)	73±3	71±3	59±3
Угол в коленном суставе опорной ноги перед постановкой палок на снег (град.)	150±9	150±6	133±8
Наклон туловища к склону перед постановкой палок на снег (град.)	70±5	63±6	51±8
Наклон левой палки в момент ее постановки на снег (град.) в правостороннем варианте хода	70±5	70±4	61±3
Наклон правой палки в момент ее постановки на снег (град.)	83±4	80±3	70±3
Наклон туловища к склону в момент постановки палок на снег (град.)	53±7	54±5	47±6
Наклон туловища по окончании отталкивания палками (град.)	30±8	27±8	25±6
Амплитуда колебаний наклона туловища (град.)	40±8	36±10	26±8
Асинхронность окончания отталкивания палками (с.)	0,08±0,05	0,1±0,05	0,1±0,03

2.4.1. Попеременный двухшажный коньковый ход

Этот ход иногда называют "скользящей елочкой", чем подчеркивают сходство с преодолением подъема обычным способом "елочка", в котором безопорная фаза ("полета") заменена скольжением (рис. 22).

В соревновательных условиях высококвалифицированные лыжники применяют попеременный коньковый ход редко, как правило, на подъемах крутизной свыше 15°, а такие склоны на лыжных трассах занимают очень малую часть. Женщины используют

этот ход чаще, чем мужчины. Наибольшее распространение попеременный коньковый ход имеет среди юных лыжников-гонщиков. Спортсмены с низкой физической подготовленностью, вынуждены переходить на "скользящую елочку" при преодолении менее крутых склонов. Означает ли это, что попеременный коньковый ход неэффективен по сравнению с одновременным коньковым ходом? Далеко не всегда.

Известно, что с увеличением крутизны преодолеваемого подъема повышение частоты движений обеспечивает поддержание высокой скорости хода. Среди коньковых способов передвижения попеременный коньковый ход позволяет развивать самую большую частоту движений (шагов). При этом менее мощные отталкивания руками и ногами распределены в шаге более равномерно.

На кинограмме (рис. 22) нелегко сразу выявить отличия попеременного конькового хода от обычной "елочки" или даже скользящего шага. При анализе техники в профиль координация движений рук и ног одинакова. Киносъемка анфас дает более полное представление о структуре "скользящей елочки" (рис. 23). Разведение носков лыж в стороны при попеременном коньковом ходе - наибольшее: угол между лыжами может достигать до 60-70°. По-видимому, это критическая величина, поскольку при более широком разведении лыж поперечные экскурсии тела становятся настолько велики, что существенно снижается общая эффективность хода, т.е. скорость продольного перемещения гонщика.

Рассматривая технику попеременного конькового хода в профиль, можно выделить ряд особенностей, отличающих этот ход от классического скользящего шага и "елочки". Во-первых, отсутствие характерного для всех коньковых ходов периода стояния лыжи, который в названных классических способах занимает до половины времени цикла. Следует считать технической ошибкой остановку толчковой лыжи в попеременном коньковом ходе, что может быть вызвано недостаточной специальной силовой подготовленностью. Во-вторых, более короткий выпад (расстояние между стопами в момент окончания отталкивания), не сопровождающийся выдвиганием

опорной стопы вперед после толчка ногой (рис. 22, кадры 5, 6). Голень опорной ноги наклонена под острым углом к линии склона на протяжении всего шага. Далее: отсутствие явного подседания, т.е. сгибания опорной ноги в коленном суставе перед началом отталкивания. С момента постановки маховой ноги на снег происходит постепенное увеличение угла в колене до окончания толчка (рис. 22, кадры 1-5). Кроме того, разница в сгибании маховой и опорной ноги незначительна (рис. 22, кадры 3, 7), поскольку маховое движение выполняется менее энергично, чем в классических ходах.

Использование длинных палок затрудняет завершение толчка рукой полным выпрямлением в локтевом суставе. Нередко имеет место двойная опора на палки (рис. 22, кадры 5, 9).

Длина шага в попеременном коньковом ходе у квалифицированных лыжников составляет от 1 до 1,5 м на подъемах крутизной около 15° . Частота движений достигает 2 шагов в сек. Наблюдения свидетельствуют, что на таких крутых склонах для достижения максимальной скорости лучше применять обычную "елочку", которая позволяет развивать более высокую частоту движений. "Скользящая елочка" - более экономичный, но менее скоростной ход.

2.5. КОНЬКОВЫЙ ХОД БЕЗ ОТТАЛКИВАНИЯ ПАЛКАМИ

С помощью одновременного двухшажного конькового хода лыжники развивают скорость до 7-7,5 м/с на равнинных участках. Если необходимо еще больше увеличить скорость, а условия скольжения (отличные) и рельеф местности (равнина или небольшой уклон вниз) способствуют тому, то следует переходить на коньковый ход без отталкивания палками. Этот способ имеет сходство с техникой конькобежцев (рис. 24). Тело лыжников находится в согнутом положении, что уменьшает сопротивление воздуха. Низкая посадка позволяет увеличить продолжительность отталкивания. Руки совершают размашистые движения, компенсирующие скручивающиеся движения туловища.

За счет использования "конькобежного шага" на пологих спусках увеличилась протяженность трассы, проходимых с выполнением активных движений, что также повлияло на рост соревновательных скоростей в лыжных гонках. При классическом стиле бега лыжники преодолевают указанные участки относительно пассивно, как правило, применяя один из способов преодоления спусков.

Использование "конькобежного шага" в тех условиях, когда отталкивание палками становится неэффективным для наращивания скорости (при скорости около 8 м/с), требует от лыжника определенного технического навыка.

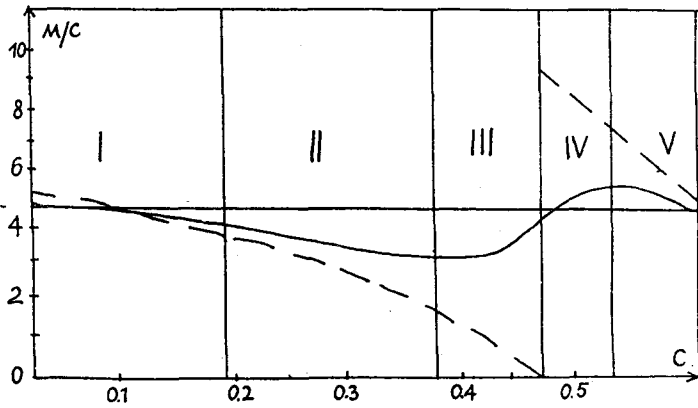


Рис. 1.

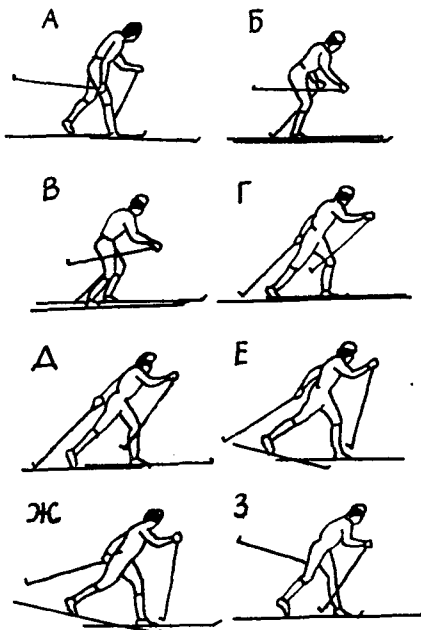


Рис. 2.

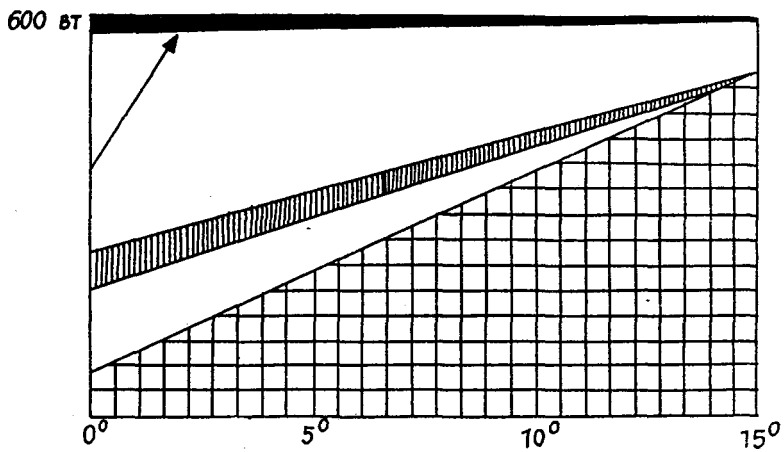


Рис. 3.

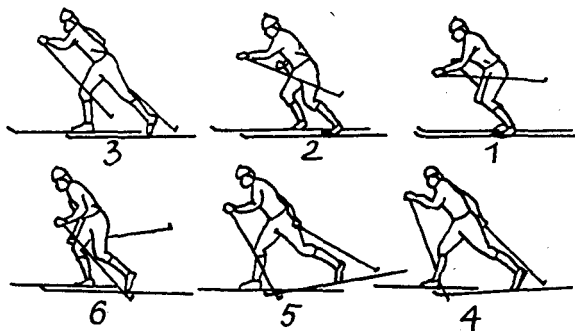


Рис. 4.

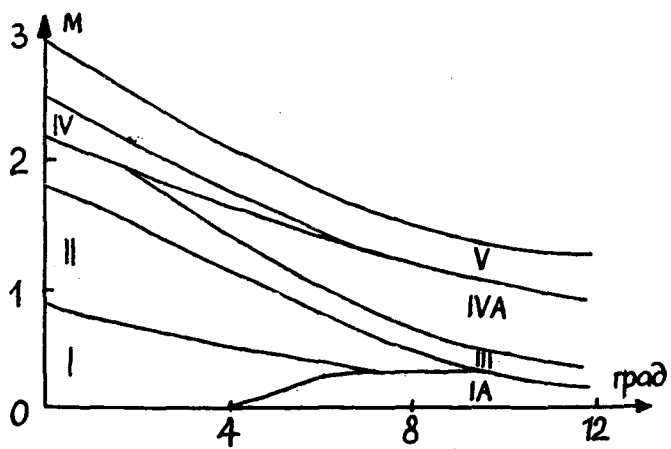


Рис. 5.

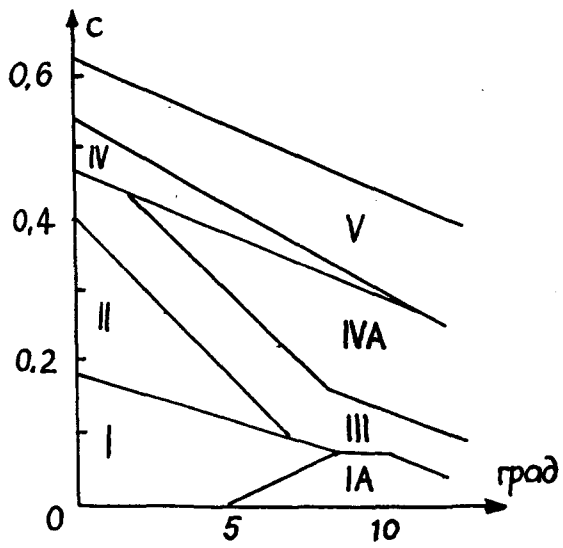


Рис. 6.

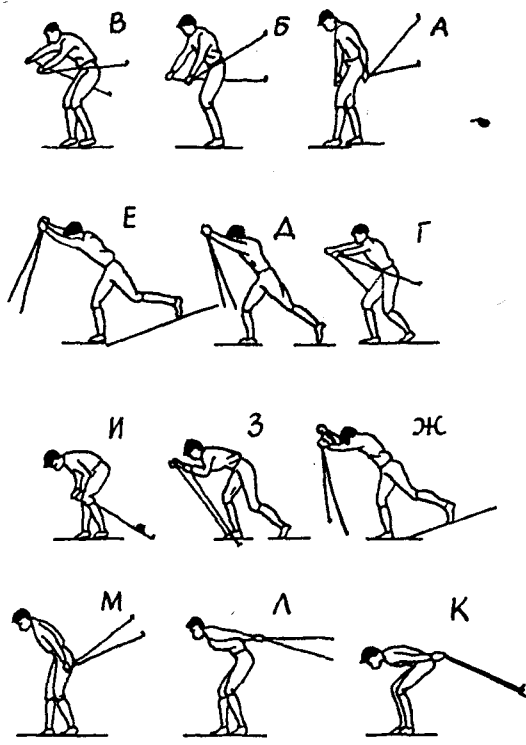


Рис. 7.

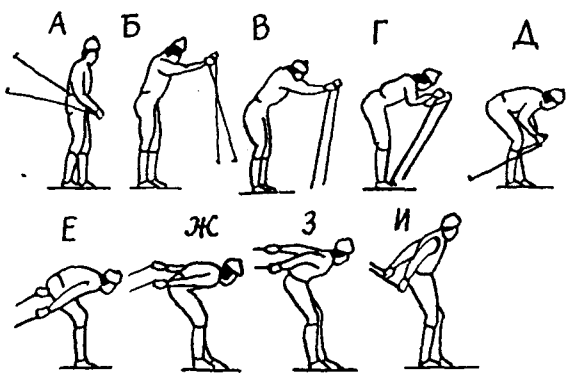


Рис. 8.

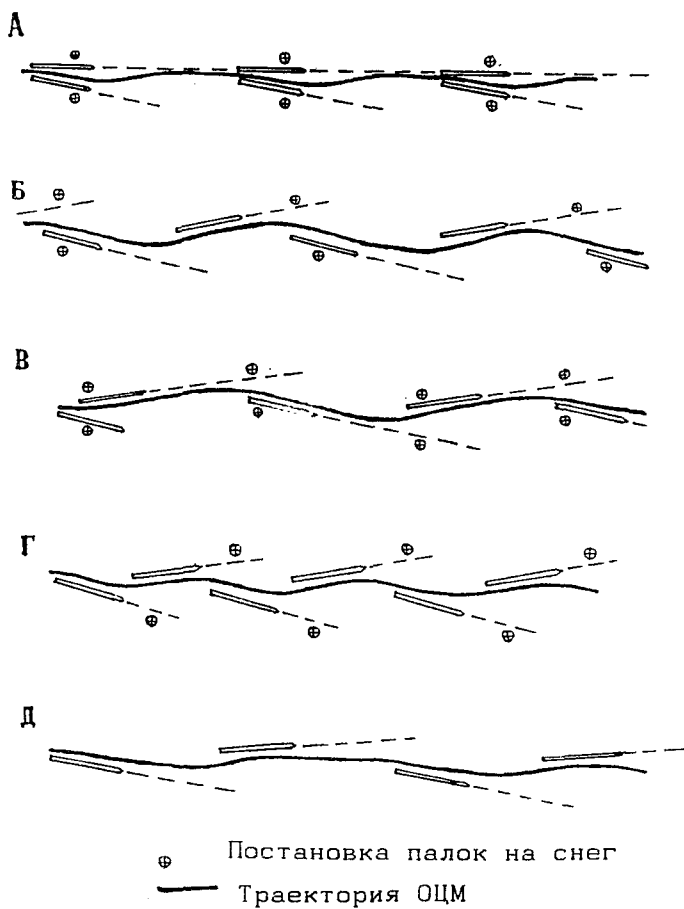


Рис. 9 Схемы коньковых способов передвижения на лыжах

- A - полуконьковый ход,
 Б - одновременный двухшажный коньковый ход,
 В - одновременный одношажный коньковый ход,
 Г - попеременный ход,
 Д - ход без отталкивания палками.

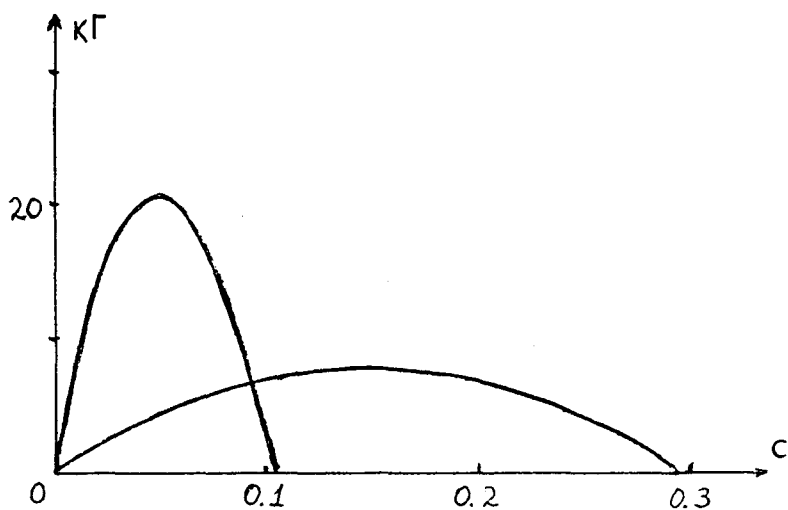


Рис. 10 Горизонтальная составляющая отталкивания ногой в классических и коньковых ходах.

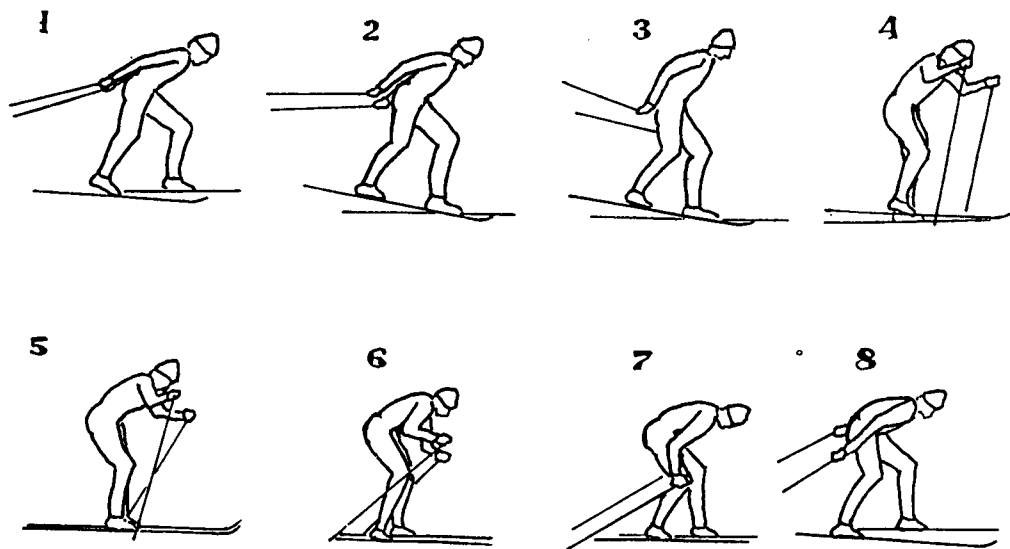


Рис. 11 Полуконьковый ход.

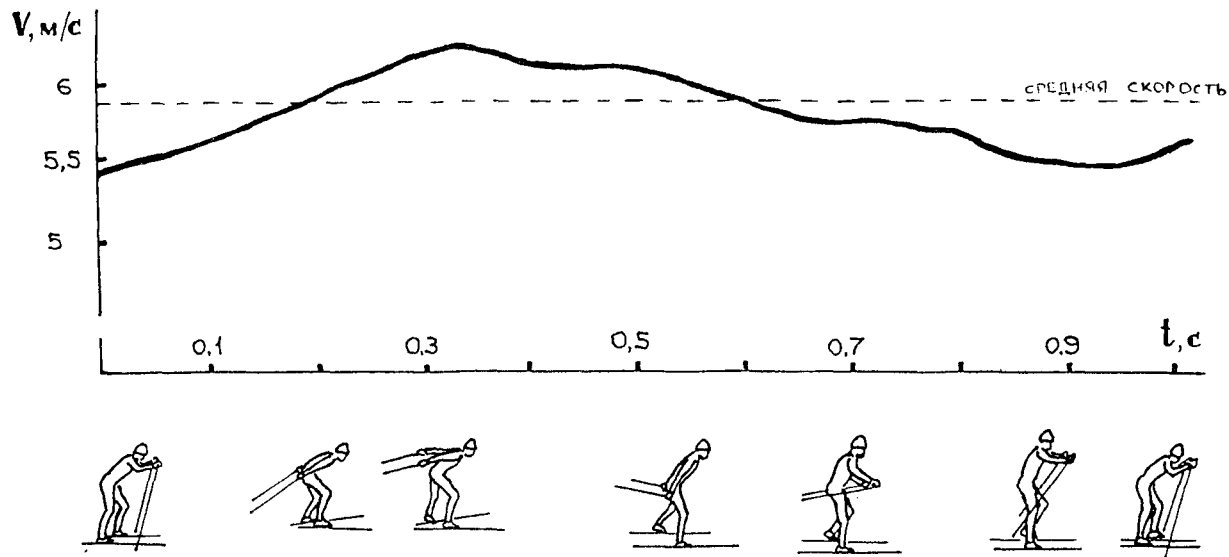


Рис. 12 Динамика скорости лыжника в цикле полу-
конькового хода.

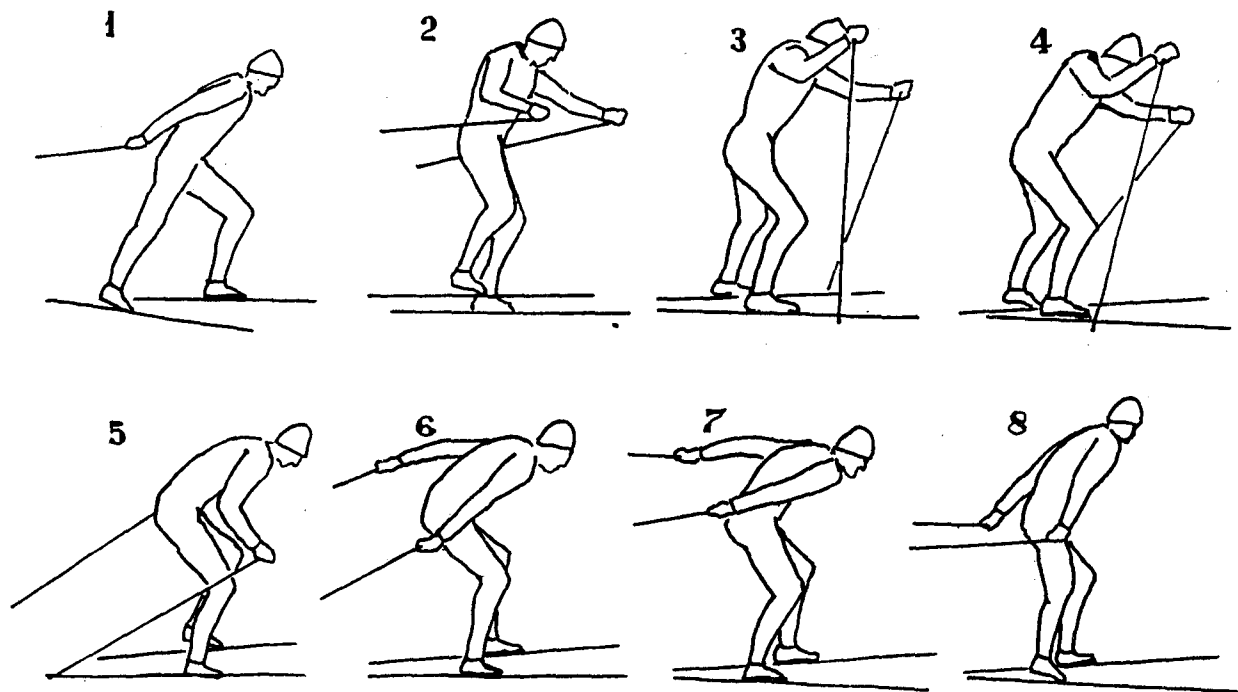
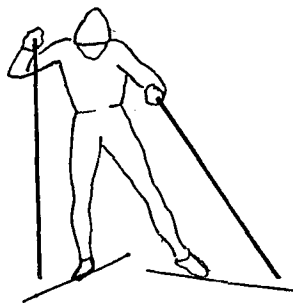
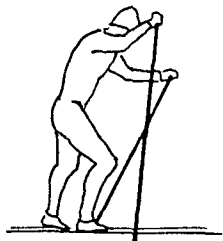


Рис. 13 Одновременный двухшажный коньковый ход.

А



Б

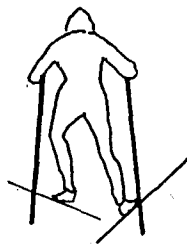


Рис. 14 Начало отталкивания палками в основном (А) и равнинном (Б) вариантах одновременного двухшажного хода.

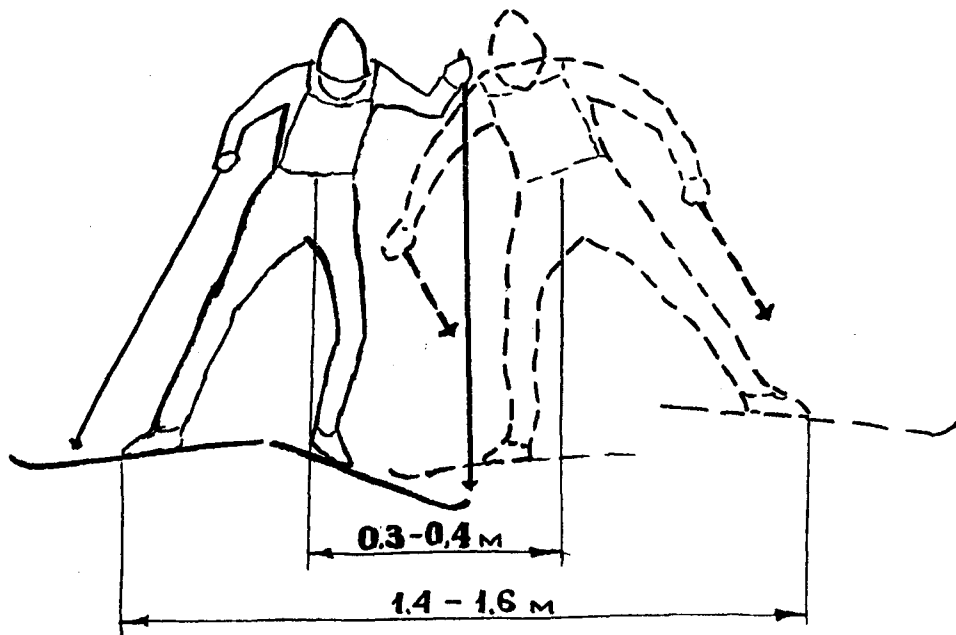


Рис. 15 Поперечные колебания в коньковом одновременном двухшажном ходе (вид спереди).

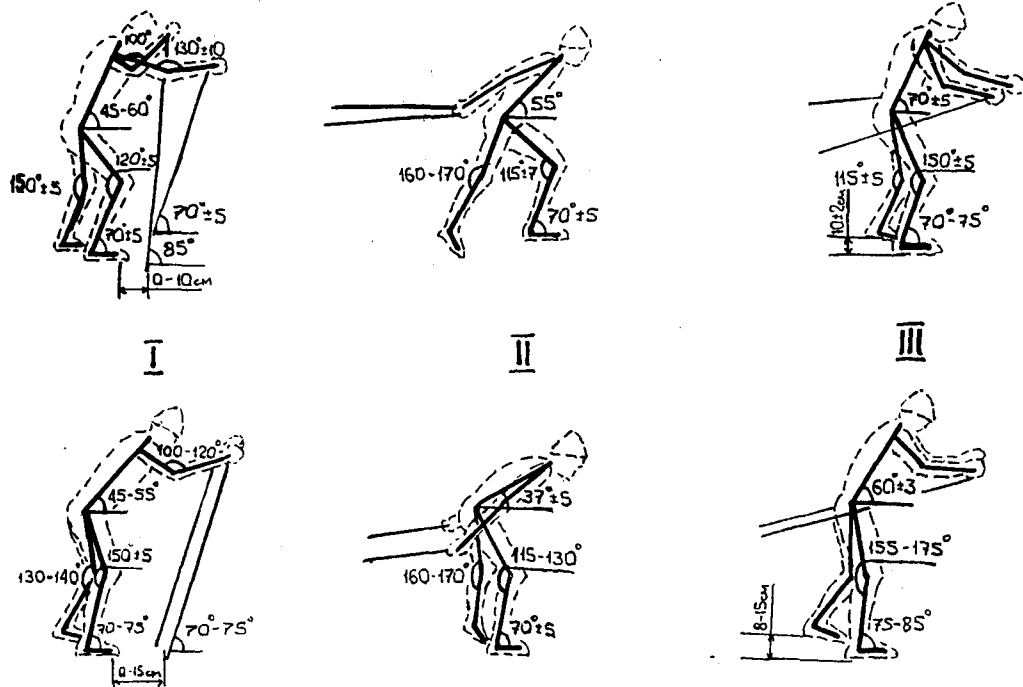


Рис. 16 Некоторые угловые характеристики техники конькового одновременного двухшажного хода (вверху) и конькового одновременного одношажного хода (внизу) в моменты постановки палок на снег (I), окончания отталкивания ногой (II) и "переката" (III).

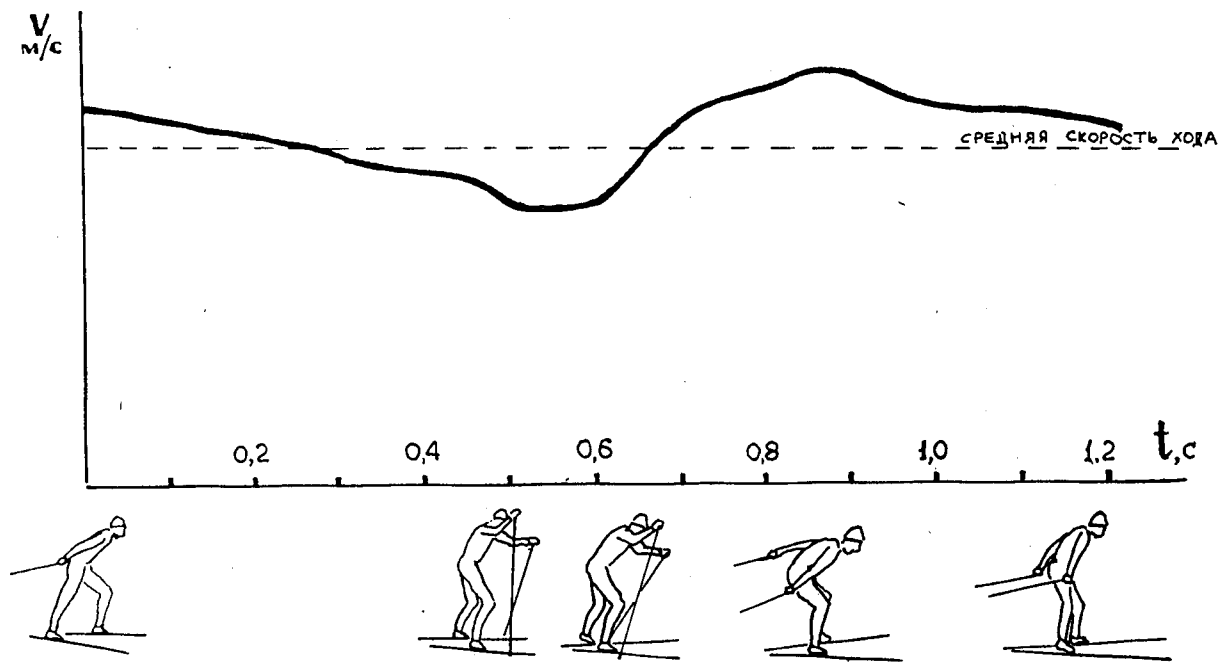


Рис. 17 Динамика скорости лыжника в цикле одновременного двухшажного конькового хода.

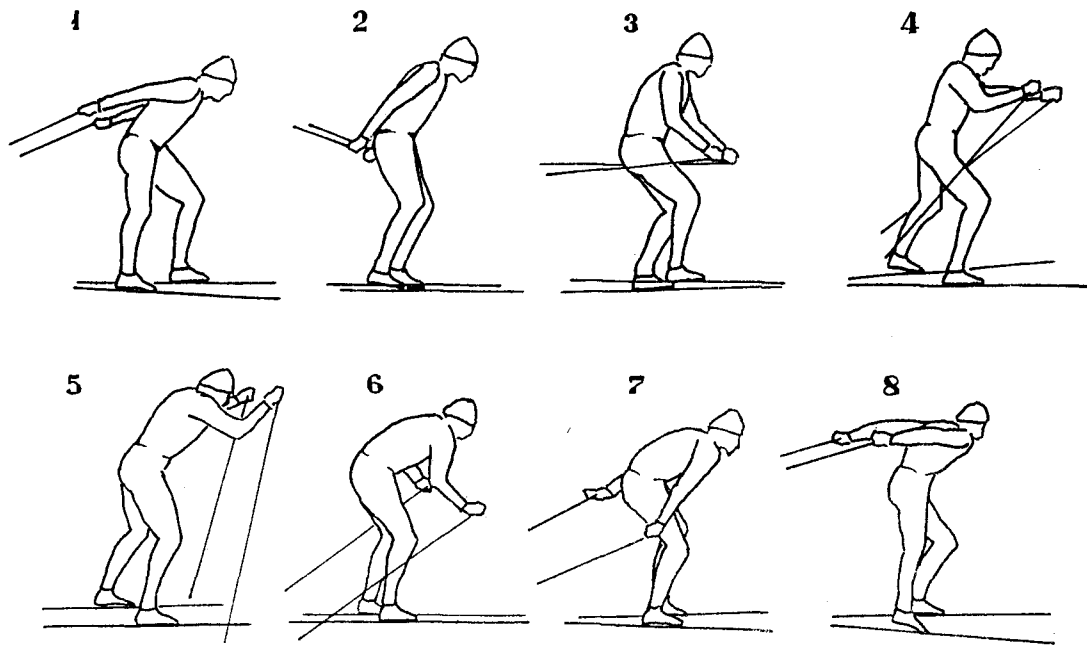


Рис. 18 Одновременный двухшажный коньковый ход (равнинный вариант).

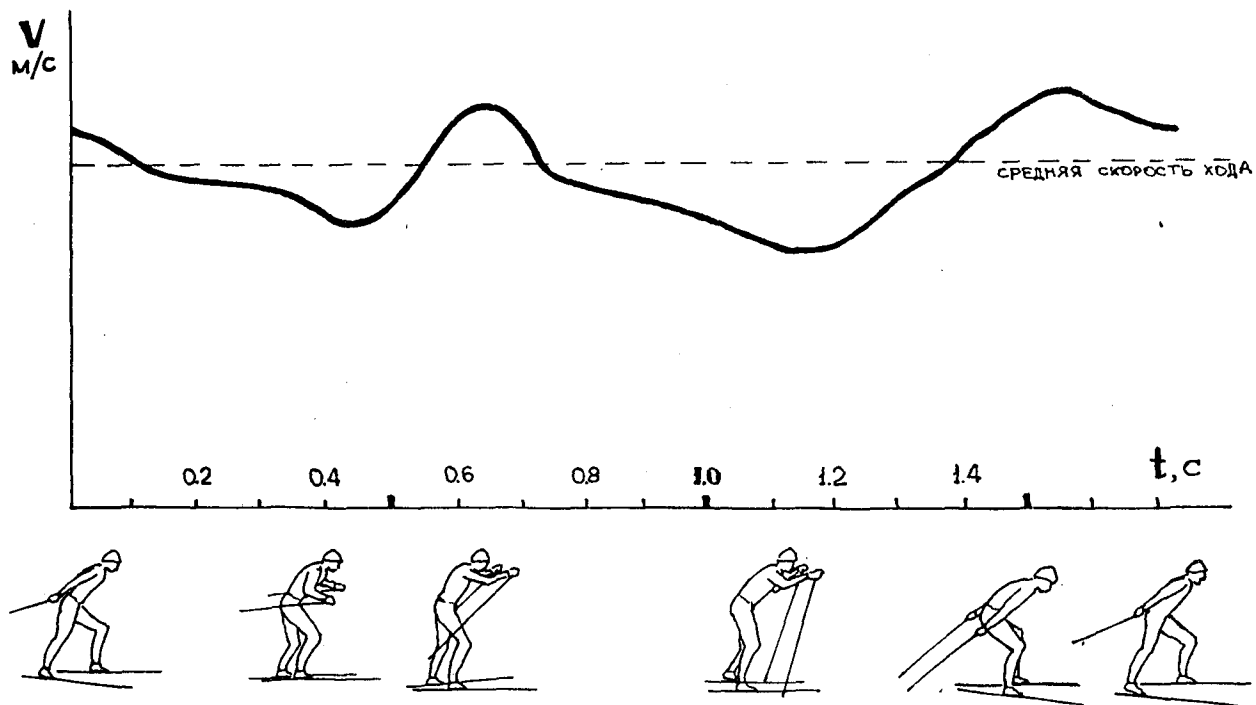


Рис. 19 Скорость лыжника в цикле равнинного варианта одновременного двухшажного конькового хода.

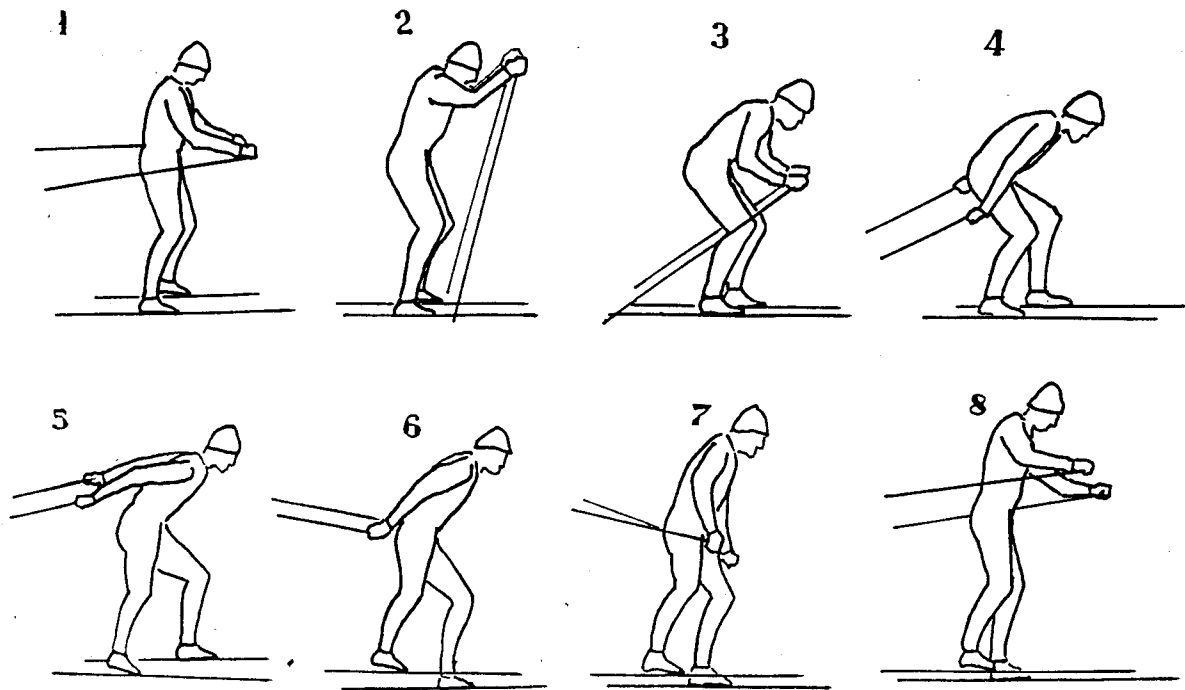


Рис. 20 Одновременный одношажный коньковый ход.

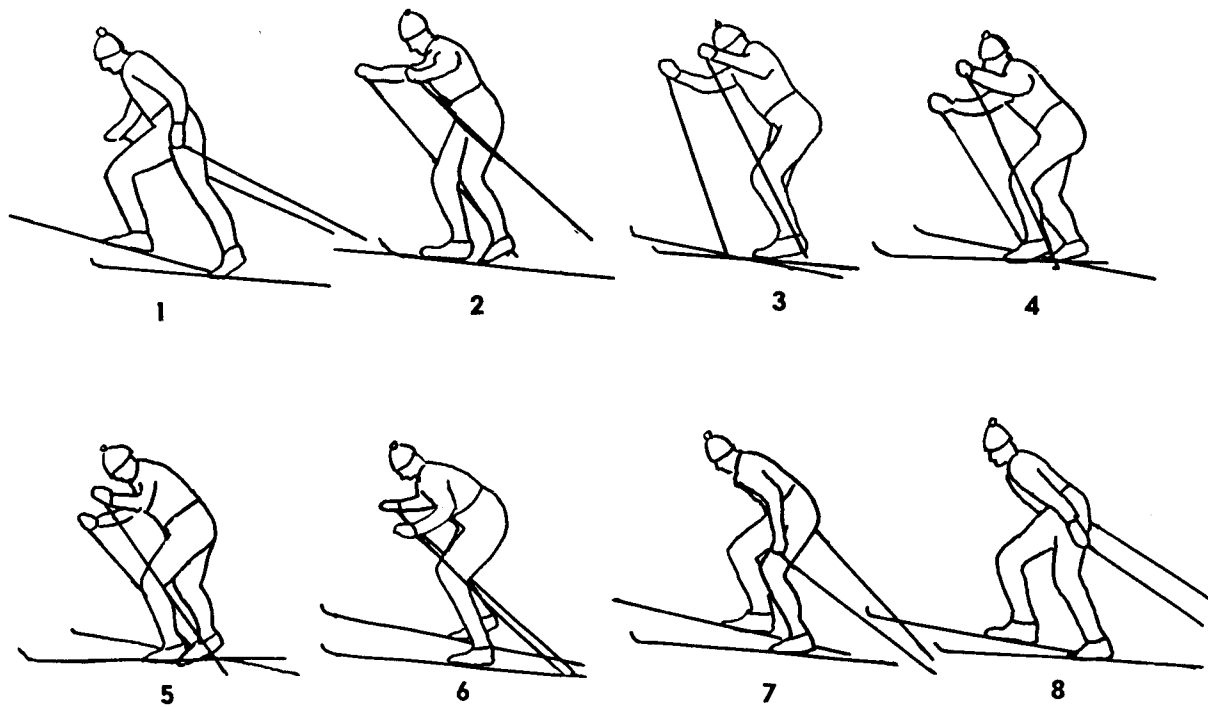


Рис. 21 Техника на подъемах.

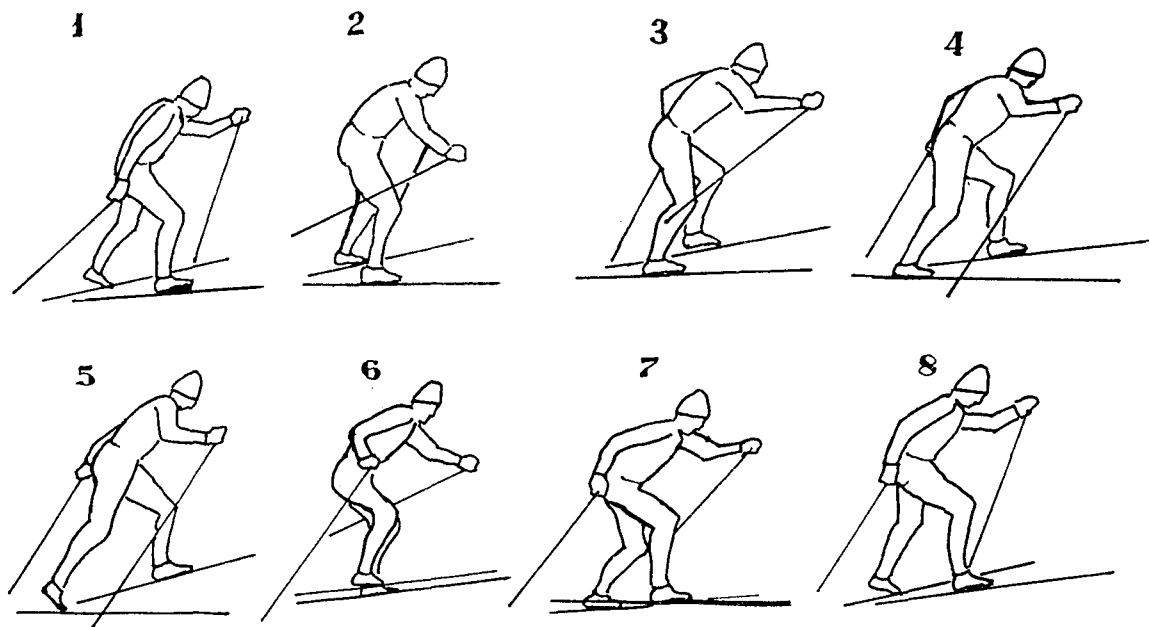


Рис. 22 Попеременный двухшажный коньковый ход.

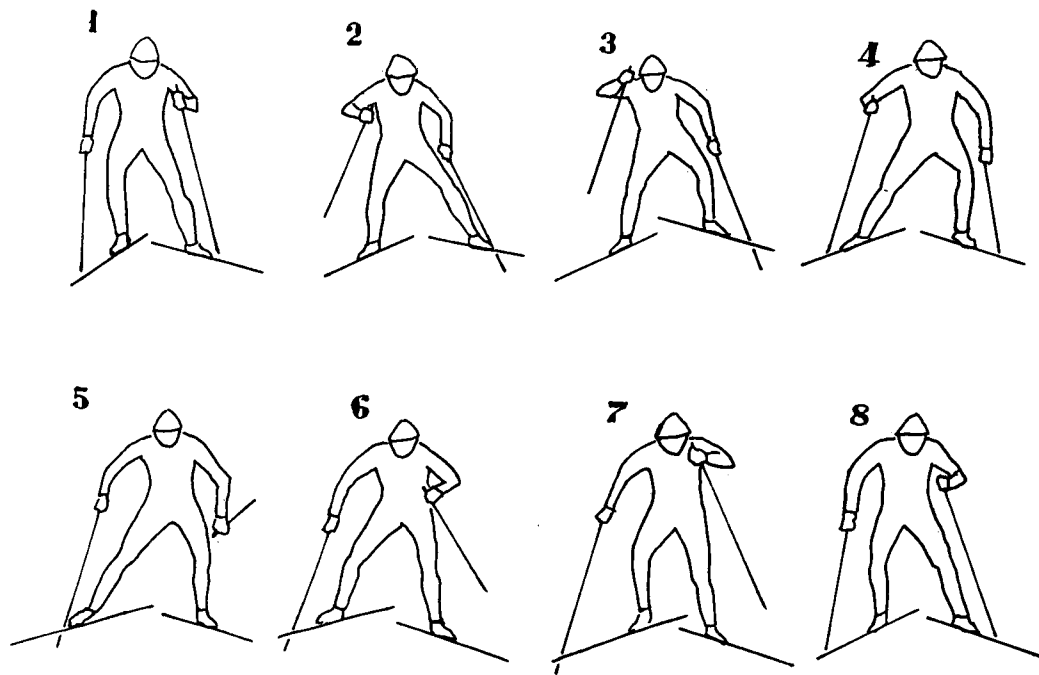


Рис. 23 Попеременный двухшажный коньковый ход.
Вид спереди.

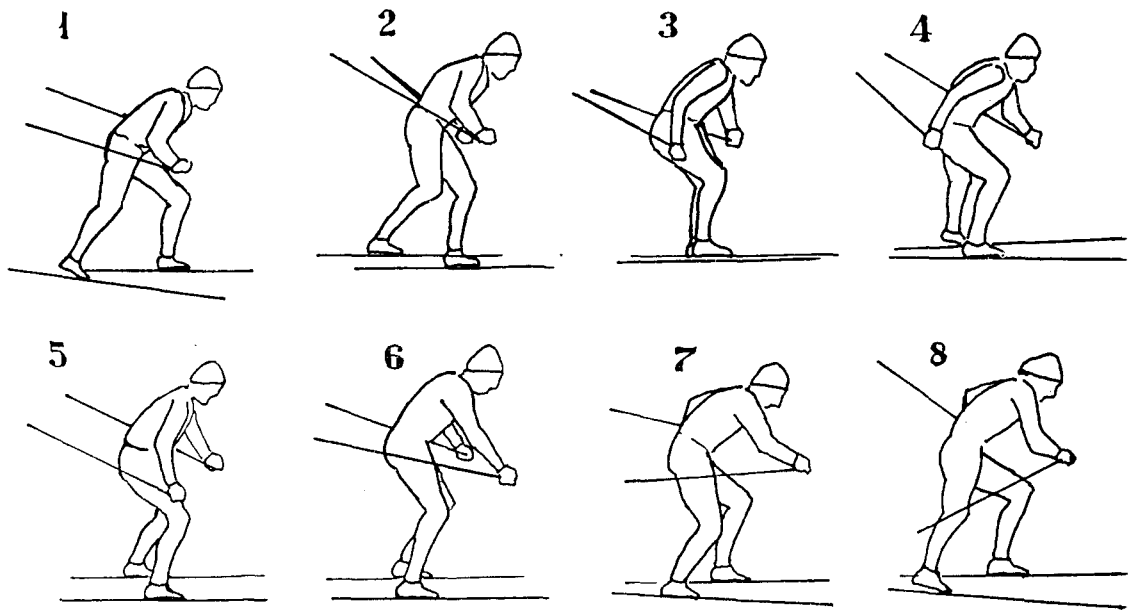


Рис. 24 Коньковый ход без отталкивания палками.

Содержание

Введение	5
1. Классические способы ходов (В. Манжосов)	
1.1. Попеременный двухшажный ход (требования к рациональной технике)	7
1.2. Передвижение на подъемах	14
1.3. Одновременные ходы	23
1.4. Вариативность техники лыжника-гонщика ..	29
2. Коньковые ходы (А. Кондрашов)	
2.1. Полуконьковый ход	39
2.2. Одновременный двухшажный коньковый ход ..	41
2.3. Одновременный одношажный коньковый ход ..	46
2.4. Преодоление подъемов коньковыми ходами ..	48
2.4.1. Попеременный двухшажный конь- ковый ход	52
2.5. Коньковый ход без отталкивания палками ..	54

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ ЛЫЖНЫХ ХОДОВ.
Учебно-методическое пособие для студентов
физкультурного факультета и слушателей ФПК.
На русском языке. Составитель Ю. Кальюсто.
Тартуский университет.
ЭССР, 202400, г. Тарту, ул. Вликооли 18.
Ответственный редактор М. Кивистик.
Корректор Н. Стороженко.
Подписано к печати 19.03.1990.
Формат 60x84/16.
Бумага ротаторная.
Машинопись. Ротапринт.
Условно-печатных листов 4.42.
Учетно-издательских листов 3.80.
Печатных листов 4.75.
Тираж 500.
Заквз № 187.
Цена 75 коп.
Типография ТУ, ЭССР, 202400, г.Тарту, ул.Тийги,78.