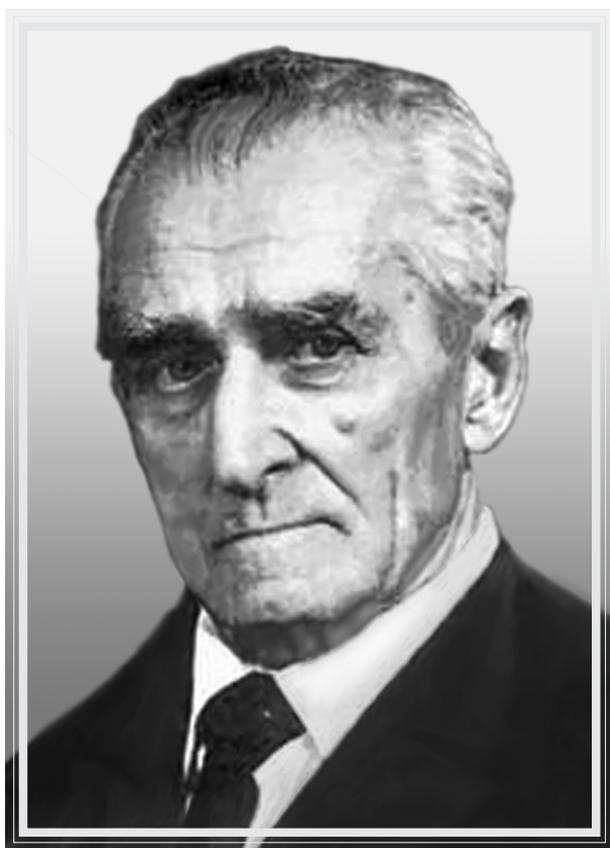


*Дмитрий Дмитриевич*

*Донской*



**ЗАКОНЫ  
ДВИЖЕНИЙ  
В СПОРТЕ**



Д.Д. Донской

# ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЙ В СПОРТЕ

---

Очерки по теории  
структурности движений

---

УДК 796/799  
ББК 75.0  
Д67

*Серия основана в 2010 году*

**Донской Д. Д.**

Д67      **Законы движений в спорте. Очерки по теории структурности движений / Д. Д. Донской. – 2-е изд., стереотип. – М. : Советский спорт, 2015. – 178 с. : ил. – (Серия «Атланты спортивной науки»).**

ISBN 978-5-9718-0750-6

В книге рассказывается о том, как сложны движения человека, особенно в спорте. Сотни движений в суставах тела спортсмена соединяются воедино, непрерывно изменяются и приводят к поразительному результату – рекорду. Что же объединяет множество движений в целостное действие? Как происходит управление движениями в кратчайшие мгновения? Что приводит к наилучшим достижениям в сложной, быстроменяющейся обстановке соревновательной борьбы? Насколько могут проявляться индивидуальные особенности спортсмена в его технике? Наконец, как овладеть спортивной техникой и ее совершенствовать; по каким законам идет развитие технического мастерства?

На эти вопросы автор попытался ответить в ряде очерков этой книги, излагающей основы теории структурности движений. Законы движений в свете этой теории представляют собою дальнейшее развитие биомеханики – науки о движениях, использующей физику, физиологию и кибернетику в их современном развитии.

**УДК 796/799  
ББК 75.0**

ISBN 978-5-9718-0750-6

© Донской Д. Д., 1968  
© Донской Д. Д., 2015  
© Оформление. ОАО «Издательство  
«Советский спорт»», 2015

## ОБ АВТОРЕ

**Донской Дмитрий Дмитриевич** (1910, Мюнхен, Германия – 2007, Москва). Доктор педагогических наук, кандидат биологических наук. Профессор кафедры биомеханики Российского государственного университета физической культуры (1973), профессор (1974). Заслуженный работник физической культуры РСФСР (1987), почетный член Научного Совета АН СССР. Заслуженный работник физической культуры РФ (1990). Почетный член Международного общества биомехаников (1979). Почетный член ученого совета по биомеханике АН СССР (1983). Член-корреспондент Международного Совета по физическому образованию и спорту при ЮНЕСКО ООН.

Опубликовал более 200 научных работ, в том числе монографию «Законы движений в спорте» (1968), учебники и учебные пособия «Биомеханика физических упражнений» (1958, 1963, 1971, 1975), «Биомеханика» (1979, в соавторстве), «Основы антропоцентрической биомеханики» (1993, в соавторстве).

Страстный пропагандист «движения» в спорте. Большой вклад внес Д.Д. Донской в разработки теоретических основ техники лыжного хода и параллельно с работой на кафедре биомеханики преподавал на кафедре лыжного спорта.

После рождения в Мюнхене малолетнего Митю отвезли в Хмельники к бабушке Софье Алексеевне. (Хмельники – село в Переславском районе Ярославской области). Митюша – так звали его маленьким – до переезда в Москву жил у нее. Среднюю школу окончил в Москве и уехал к родителям в Парабели (село Томской области). Это был редкий случай, когда семье Донских посчастливилось какой-то период жить вместе.

После окончания в 1926 г. московской средней школы (к слову сказать, одной из 10 опытно-показательных школ Московского отдела народного образования, где Дмитрий учился в одном классе с Шуркой Калининым – сыном «всероссийского старосты» (Михаила Ивановича Калинина). Только на второй год сумел преодолеть экзаменационный рубеж. После того как он провалил-

ся при поступлении в вуз, начал самостоятельно работать на кафедре родственника матери Юрия Филипченко – автора первой в стране книги по математической статистике, организатора первой в СССР кафедры генетики. И только еще год спустя поступил в 1-й Ленинградский медицинский институт, где был самым младшим по возрасту. В институте тогда преподавали почти все те преподаватели, по чьим учебникам и учились студенты. Это была учеба, в полном смысле слова, из первых рук.

В 1932 г. Дмитрий Дмитриевич заканчивает институт. Молодого врача-терапевта-кардиолога направляют в Москву, в институт курортологии, для исследования проблем отдыха трудящихся. Здесь Донской увлекся альпинизмом, который надолго стал его страстью. Еще в 1931 г. его, неподготовленного к сложным восхождениям, взял с собой на Тянь-Шань известный геолог и альпинист Вадим Буханевич, открывший позднее для страны «советский каучук» – кок-сагыз. Вместе с Буханевичем искал кок-сагыз и Донской. Об этой экспедиции Анатолий Аграновский написал книгу «Повесть о чудесном одуванчике» (Детгиз, 1951), в которой все имена вымышлены, кроме одного – Дмитрия Донского.

В том же году отправляется в лыжный поход по Карелии. В период с 1931 по 1934 г. Д. Донской совершает 5 восхождений на вершины Кавказа, из которых 4 – первопрохождения по новым маршрутам. Зимой 1933 г. поднимается на Эльбрус. В этом походе Дима, еще студент, выполнял обязанности врача. Восхождение было наполнено трагическими событиями, которые легли в основу удивительных дневниковых записей. Это были очень лаконичные и живописные записи, которые почти без изменений стали основой книги, изданной в соавторстве с Ю.А. Жемчужниковым «Последнее восхождение Алеси Гермогенова». С того времени Дмитрий Дмитриевич вел записи каждого дня своей жизни в миниатюрных дневниках.

В 1933–1941 гг. – Дмитрий Дмитриевич живет и работает в Харькове, занимает должность зам. директора по науке в НИИ физкультуры и одновременно заведует кафедрой анатомии в Харьковском институте физкультуры.

Учитывая активную общественную работу по альпинизму в период 1935–1936 гг. Д. Донского избирают председателем горной секции УкрТурэ (Украинский совет ОПТЭ), одновременно он возглавил Харьковскую организацию. В этот период он является членом Центрального Бюро Секции ОПТЭ (зам. А. Гермогенова). Активно занимался вопросами создания системы классификации

маршрутов и возглавлял работу квалификационной комиссии. В предвоенные годы работал инструктором в Терскольской школе альпинизма РККА.

Донской стоял у основания создания Федерации альпинизма СССР, а в должности председателя Горной секции Украины участвовал в организации первых в стране альпинистских лагерей, организовал первый в истории пионерский альпинистский лагерь, много времени уделял вопросам физической подготовки альпинистов, разработке теории их спортивных тренировок.

В 1941–1945 гг. Д.Д. Донской – на фронтах Великой Отечественной войны, сначала Донском, затем Юго-Западном, Воронежском, Сталинградском. Везде он организует по собственной методике госпитали для легкораненых в прифронтовой полосе. По его методу легкораненых не направляют в тыл, а успешно лечат и возвращают в строй именно благодаря индивидуально подобранным физическим упражнениям. Результаты впечатляющие – 70% снова возвращаются в строй! Такого никогда раньше не было, хотя способы поражения людей во Второй мировой войне стали неизмеримо более мощными.

Весной 1942 г. Дмитрий Дмитриевич отозван с передовой для работы по основной профессии (врача). А потом были еще Карельский фронт и Вена, где он встретил окончание войны. Д. Донской награжден двумя орденами «Отечественной войны», орденом «Красной Звезды», боевыми медалями.

Как ни жестока была война, но и она сослужила будущему биомеханику хорошую службу, дав ему богатейшую практику. С этой практикой Донской, вскоре демобилизовавшийся, приехал в Москву к известному физиологу Н.А. Бернштейну. В 1950 г. Н. Бернштейн и Д. Донской впали в немилость у руководства за свои научные взгляды. Д. Донского увольняют, он покидает Москву и отправляется в «ссылку» в Омск, где начинает работать заведующим кафедрой анатомии Омского института физической культуры. В 1955 г. новый директор Центрального научно-исследовательского института физической культуры заслуженный мастер спорта СССР Н. Озолин добивается возвращения Д. Донского в Москву на должность заместителя директора по научной работе.

Здесь у него появилась возможность восстановить лабораторию биомеханики, которая позднее выросла в крупную школу. По поручению научного совета Спорткомитета и при активном участии Донского в 1958 г. в учебный план институтов физкультуры

был введен курс биомеханики, теоретической основой которого явились положения отечественной школы биомеханики, созданной трудами Н.А. Бернштейна.

В 1963 г. Д.Д. Донской переходит на работу в ГЦОЛИФК на кафедру анатомии для преподавания разработанной им учебной дисциплины «Биомеханика» сначала в должности доцента, а затем и профессора.

На смену альпинизму (последнее восхождение было совершенно в 1948 г.) приходят лыжные и беговые марафоны, в том числе в 1972–1976 гг. – лыжные марафоны на 80 км, в 1977 г. – на 100 км, в 1984–1987 гг. – четыре Тартуских марафона (на 60 км). С 1972 г. Дмитрий Дмитриевич ведет учет своих лыжных километров: средняя цифра за сезон – 1000 км, как раз столько он прошел в зиму 1999–2000 гг. в возрасте 89 лет. В бесснежную зиму 2001 г. ему удалось пройти «всего» 200 км.

Примечательна встреча одного из любителей лыжных прогулок с Дмитрием Дмитриевичем, которая у него состоялась зимой 2002 г.:

«Вот уже несколько лет я время от времени встречаю этого весьма пожилого, поджарого мужчину то летом, бегущим трусцой вдоль Мытищинского шоссе в Лосином острове, то зимой, ходко идущим на лыжах в районе Яузы. Его физическая активность, явно контрастирующая с возрастом, сразу же привлекла мое внимание, но я все никак не решался заговорить с незнакомым человеком. В самый канун Нового года мы с ним одновременно выехали из леса и, стоя рядом, снимали лыжи. Я решился, наконец, заговорить, мы познакомились. Моим новым знакомым оказался житель города Королева Дмитрий Дмитриевич Донской. Ему в то время шел – девяносто второй год (!)

– «Что-то за осень у меня ноги ослабли, – сказал он, когда новые знакомые возвращались из леса, – ... надо укрепить мышцы. Вот я и хожу, как только погода позволяет, по десять километров...»

За последние практически полвека вышли в свет пять учебников Д.Д. Донского по биомеханике (следует заметить – это все самостоятельные, не стереотипные издания). Эти книги переведены на 14 языков и изданы в ряде зарубежных стран: Германии, Японии, Китае, Италии и других странах.

Востребованность этих книг удивительна – к примеру, в институтской библиотеке Санкт-Петербурга в свое время осталось всего 20 экземпляров этих книг – все остальные были, мягко гово-

ря, присвоены студентами (!) В этом факте, для людей знакомых с трудами Д.Д. Донского, нет ничего удивительного. Достаточно отметить, что после неудачи наших лыжников на одной из зимних Олимпиад Дмитрий Донской принимал участие в переучивании сборной страны на новый способ лыжного хода, и теперь этот способ по своей сути взят на вооружение всеми основными командами лыжных стран мира.

Главным итогом жизни Д.Д. Донского стало понимание и глубокое проникновение в самую суть биомеханики, науки, которая говорит о законах механического движения в живых системах. Самое главное, по выводам Донского, в этом вопросе состоит в том, что человеку нужно человеческое. В подтверждение этого понятия говорит тот факт, что ни в одном из его трудов не встретить, как он говаривал, «шибко научных названий типа «антропоцентрическая биомеханика». По его твердому убеждению, введенное им понятие «биомеханика человека» звучит точнее и понятнее. Он был убежден, что речь следует вести о двух сторонах одной медали – умственной форме организации и о механике движения.

На конференции, состоявшейся в мае 2002 г., Д.Д. Донской окончательно «поставил заявочный столб» на эту тему. В основе этой заявки лежит подход Николая Бернштейна к активности, к действию, а также идеи Петра Лесгафта о необходимости единства и гармонии духовного и физического образования.

Именно действия, то есть осознанные и целенаправленные движения, выделяют человека из животного мира. Человек делает не просто движение, но действие. Речь идет о предвидении, достижении поставленной цели путем решения двигательной задачи, находящейся в сознании. Решая двигательную задачу, человек добирается до цели. Активная деятельность человека направлена на переделку себя и мира. Уверенность в этом и связанная с ней активность – это и есть гармония по Петру Лесгафту, известному ученому: биологу, анатому, антропологу.

По убеждению самого Донского, следует коренным образом пересмотреть место физической культуры в духовном образовании народа. Сейчас в стране полно оздоровительных учреждений для богатых, которые помаленьку, через моду, приходят к желанию быть здоровыми и жить долго, но делают это пока вне мотивов духовных. С горечью говорил Дмитрий Дмитриевич о наших генералах, среди которых практически каждый – «брюхоносец». А между тем в США нередко увольняют в запас даже высоких

чинов в случаях, если они не в силах выполнить физические нормативы.

Д.Д. Донской был убежден: физическое действие выступает и как средство построения личности. Отсюда и его оптимизм, убежденность не только в возможности, но и в прямой необходимости гармоничного развития духовного и через физическую активность: человек обязан, кроме иных путей развития, «строить себя сам».

...Когда очередные визитеры в прихожей квартиры увидели ровно стоящие вдоль стены беговые лыжи, то Дмитрий Дмитриевич, перехватив эти взгляды, сказал: «Это мое главное увлечение! Благодаря ему я дожил до девяноста лет и сохраняю активность!»

Научная, педагогическая, общественная деятельность Д.Д. Донского, кроме государственных наград, отмечена альпинистским орденом «Эдельвейс» за заслуги в становлении альпинизма в стране, знаками «Заслуженный работник РСФСР», «Крест за заслуги» (учрежден Российской академией естественных наук) и многими другими.

**В.П. Губа,**  
*доктор педагогических наук,*  
*профессор,*  
*заслуженный работник*  
*высшей школы РФ*

## СИСТЕМЫ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНА И ИХ СТРУКТУРЫ

Нелегко представить себе, что двигательная деятельность человека – сложнее всего на свете!<sup>1</sup> В самом деле, окружающий нас мир очень сложен. Живая материя, безусловно, сложнее, чем неживая. В живом мире мозг человека – этот особо сложный кусок материи, – бесспорно, самое совершенное. Функция мозга – мысль человека, познающего и переделывающего мир и самого себя, – сложнейшее проявление высшей организации материи. А в двигательную деятельность человека его мышление входит лишь как составная часть процесса управления движениями...

Что же касается движений в спорте, то, пожалуй, все согласятся с тем, что в них проявляется наивысшее совершенство двигательных возможностей человека. Каждый мировой рекорд – это то, что никто из людей за всю историю человечества еще не делал.

Чем же так сложны движения спортсмена? Изучение сложного движения начинают с наиболее простой формы движения. Самая простая форма движения человека – это механическое перемещение тела, т.е. изменение положения тела в пространстве и во времени. Изменение положения или перемещение происходит под действием сил. Механика рассматривает, как в движениях человека перемещаются части тела и весь он в целом в пространстве и во времени под действием сил.

Однако этого мало. Нужно изучать, как влияют форма и строение тела спортсмена и физиологические процессы в организме на его движения. Здесь на помощь приходит биологическая механика – биомеханика. «Классическая» биомеханика изучает движения человека и животных как живых организмов с точки зрения законов механики и анатомо-физиологических особенностей. Применение законов «классической» биомеханики (понятие о рычагах, центрах тяжести, силах, работе мышц и т.п.) в спорте позволяет многое понять в техническом мастерстве.

---

<sup>1</sup> Речь идет, конечно, о наших земных масштабах (макромир); внутреннее устройство атома (микромир) может оказаться, по последним данным физики, еще сложнее...

За последние два-три десятилетия уровень мировых рекордов сказочно повысился; достичь его стало крайне трудно. Изменилось положение и в науке. Возможности исследований при помощи современной аппаратуры необычайно расширились. А главное – во всех областях науки стал развиваться системно-структурный подход. Все изучаемые объекты стали рассматриваться как системы со сложными структурными особенностями. С этой точки зрения и движения в спорте представляют собой очень сложные своеобразные системы, которые обладают весьма непростыми свойствами, имеют свои закономерные пути развития.

Системно-структурный подход к пониманию и изучению движений определяется самой природой движений. Регистрация характеристик движений (траектория, скорость, ускорение, усилие и др.) показала их чрезвычайную дробность, расчлененность на мельчайшие детали, на огромное количество взаимосвязанных частей (рис. 1). Детальный анализ показал огромное значение этих взаимных связей, взаимных влияний.

С развитием кибернетики как науки об управлении в сложных системах стало возможным применить ее подход к системам движений в спорте.

Что же такое система движений, какой смысл вкладывается в понятие «система»?

Слово «система» – греческое; оно означает – целое, составленное из частей. На первый взгляд определение простое, понятное. Остается только уточнить: что такое это целое; какие части входят в его состав; каким образом из частей составлено целое? Этим вопросам и посвящен первый очерк книги. А далее надо будет выяснить, каковы свойства систем движений и как эти системы формируются и совершенствуются.

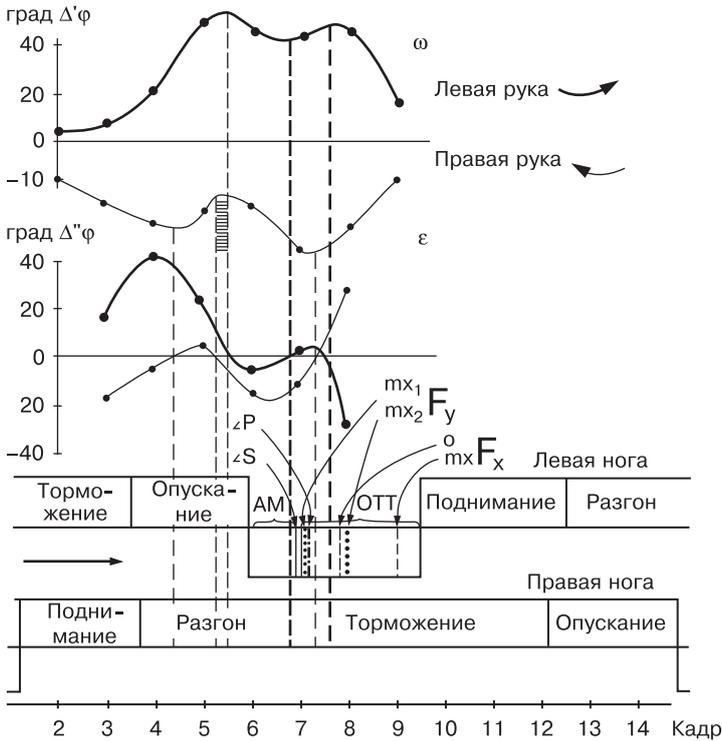
Все это вместе взятое и составляет основу учения о структурности движений; изучение этих сторон и приведет к определению законов становления и совершенствования движений в спорте.

С системами встречаются, когда изучают вещественные объекты – физические тела, например, тело человека. Его двигательный аппарат включает более 200 костей, соединенных суставами, в которых свыше 100 степеней свободы движений (возможных основных направлений движений). В движениях участвует более шестисот мышц. Вот действительное множество составных частей, объединенных в единое целое, т.е. система! В организме человека есть и другие системы – органов дыхания, обеспечивающих газообмен; органов пищеварения, доставляющих питание; органов

кровообращения, снабжающих организм кровью, и многие другие. Функции всех систем в наибольшей мере регулирует нервная система, деятельность которой, в свою очередь, регулируется головным мозгом. Все системы органов объединены в единую систему – организм. Все это **вещественные системы**.

Деятельность систем органов – это процессы, которые также объединяются в системы. Назовем здесь наиболее близкие нашим интересам процессы – системы движений и системы управления движениями. Это **системы процессов**.

Далее надо сказать о таких свойствах систем движений, как целостность, расчлененность, устойчивость, изменчивость и др. Эти свойства не единичны, не обособлены. Они также объединены в **системы свойств**, неразрывно связанных, теснейшим образом зависящих друг от друга.



**Рис. 1.** Дробность движений (хронограмма бега спринтера Фигероло):

S – начало разгибания колена; P – начало сгибания стопы;  
 $\omega$  – угловая скорость;  $\epsilon$  – угловое ускорение; F – усилия вертикальные и горизонтальные

Наконец, как в самих движениях, так и в управлении ими являются многочисленные отношения, такие, как соподчинение (субординация), взаимное согласование (координация), взаимная зависимость (корреляция), самоуправление (автономия) и др. Установлено, что эти отношения также объединены в единое целое, в **систему отношений** между составными частями систем движений и управлением.

Таким образом, все виды систем (материальных тел, процессов, свойств и отношений) отражаются в двигательной деятельности спортсмена. Системность движений (процессов) обусловлена системностью органов движения (вещественные объекты – звенья тела), свойствами систем движений и отношениями в этих системах.

Современное понятие «система» гораздо богаче, чем буквальный перевод с греческого – «целое, составленное из частей». Прежде всего надо подчеркнуть, что в системе ее составные части могут быть выделены, вычленены, потому что они различаются друг от друга, они неоднородны. Будучи объединены в единое целое, они проявляют таким образом **«единство неоднородного»** (В.И. Свидерский, 1962). Иначе говоря, из неодинаковых, различающихся частей составлено нечто единое.

Далее, очень важно, что составные части системы взаимодействуют друг с другом и объединены в этом взаимодействии. Один из крупнейших современных биологов Людвиг фон Бергаланфи организовал в начале 50-х годов «Общество по разработке общей теории систем»; идею «общей теории систем» Бергаланфи выдвинул еще в 1938 г. Он определяет систему как комплекс элементов, находящихся во **взаимодействии** (В.А. Лекторский и В.Н. Садовский, 1960).

Интересно, что еще в 1749 г. французский мыслитель Э.Б. Кондильяк в специальном «Трактате о системах» писал: «Всякая система есть не что иное, как расположение **различных** частей... в известном **порядке**, в котором они все **взаимно** поддерживают друг друга». Обратите здесь внимание на подчеркнутые мною слова – уже тогда было замечено, что всякая система отличается упорядоченностью, что в системе ее составные части, элементы объединены с определенной закономерностью.

Существует немало других определений понятия система. Но все они в большей или меньшей степени подчеркивают основные ее особенности: система как единое целое закономерно объединяет в определенном порядке разнородные составные части (элементы), которые взаимно связаны и взаимодействуют друг с другом.

Все эти признаки характерны для любой системы движений, и в частности для спортивных движений.

Эту идею применительно к движениям высказал Н.А. Бернштейн (1940): «...движение не есть цепочка деталей, а структура<sup>2</sup>, дифференцирующаяся на детали, – структура целостная, при наличии в то же время высокой дифференциации элементов и разнообразно-избирательных форм взаимоотношений между ними». Как читатель далее заметит, эта идея пронизывает собою все содержание предлагаемых очерков.

О системности движений говорил крупнейший ученый физиолог А.А. Ухтомский, один из наиболее близких к биомеханике. Он ввел представление о «двигательном ансамбле», т.е. своего рода объединении множества движений. Вот как писал об этом его ученик и последователь М.И. Виноградов (1958, стр. 209): «Сложное по своей структуре целенаправленное двигательное действие является не простой суммой элементарных форм деятельности, но целостным «ансамблем», в котором каждая составляющая будет иметь различное значение в зависимости от места и времени своего осуществления: элементарные формы двигательной деятельности приобретают новые черты, когда они объединены единством координационной задачи». И здесь вновь подчеркивается объединенность элементарных форм, составляющих движение, и их изменение при взаимодействии.

Наконец, нужно подчеркнуть, что И.П. Павлов определил динамический стереотип как слаженную, уравновешенную систему внутренних процессов (доклад на X Международном психологическом конгрессе в Копенгагене 24 августа 1932 г.). Разбирая так называемые произвольные волевые движения, он снова подчеркивает непрерывное систематизирование процессов возбуждения и торможения: «Все это встречается, сталкивается и должно складываться, систематизироваться. Перед нами, следовательно, ...грандиозная динамическая система» (доклад на XIV Международном физиологическом конгрессе в Риме 2 октября 1932 г.). Сами двигательные акты И.П. Павлов не изучал, но системность в управлении ими он считал основным фактом.

В учении о системах различают виды систем, которые отличаются по своим основным особенностям. Коротко ознакомимся с ними, чтобы потом уточнить, какие из этих особенностей свойственны именно системам движений.

---

<sup>2</sup> Под структурой, как было принято в биологии ранее, здесь подразумевается система.

Рассмотрим наиболее развернутое деление систем Стаффорда Бира (1963), английского кибернетика, работающего в области экономики. По степени сложности он делит системы на простые, сложные и очень сложные. Простые и сложные можно описать точно и полностью, разница между ними лишь количественная, в их масштабах. А вот очень сложные системы полностью описать практически невозможно. Далее, он делит все эти системы на детерминированные и вероятностные. Термин «детерминированные» в этом случае выбран неудачно, так как все в мире детерминировано, или, иначе говоря, причинно обусловлено, имеет причину. Здесь С. Пир имеет в виду действие так называемых динамических законов; в этом случае взаимодействие частей в системе всегда точно предопределено. Таковы все исправно работающие машины, не нуждающиеся в управлении. Иное дело вероятностные системы. Их поведение тоже детерминировано, причинно обусловлено, но для них нельзя сделать точного детального предсказания. В разных условиях для них существует только некоторая вероятность ожидаемого поведения (стохастическое поведение). Здесь действуют статистические, а не динамические законы.

Значит, правильнее говорить об однозначно (или полностью) детерминированных и стохастически детерминированных системах. Итак, несколько упрощая деление С. Бира, будем рассматривать системы **простые** с заранее известным поведением и **сложные** (стохастические), нуждающиеся в управлении, так как их поведение невозможно заранее полностью предусмотреть.

По характеру объединения принято различать системы механические, или суммативные (аддитивные), и целостные. Составные части механических систем связаны друг с другом жестко, определенно; они не преобразуют друг друга, остаются сами собой (Н.Т. Абрамова, 1962). А целостные системы отличаются глубоким взаимодействием своих составных частей, которые при этом взаимно преобразуют, изменяют друг друга. Механические системы образуются путем простого сложения их составляющих, а целостные – благодаря глубокому их взаимодействию, взаимовлиянию.

По тому, как существуют системы, их делят на **статические** (неизменяющиеся, равновесные) и **динамические** (с течением времени изменяющие свое состояние). Конечно, все с течением времени так или иначе изменяется, но для динамических систем изменение состояний, их смена – главная особенность.

Используя приведенное разделение систем на виды, можно определить систему движений как сложную, целостную, динамическую. Кроме этого, системы движений характерны еще рядом особенностей. Они относятся к адаптивным системам (Фэйджин и Холл, по В.Г. Афанасьеву, 1963), которые способны взаимодействовать со средой в наиболее благоприятном направлении. Один из самых видных кибернетиков-биологов Уильям Росс Эшби (1962) под адаптивным поведением понимает сохранение состояния системы в определенных пределах. С одной стороны, это выработка механизма приспособления, это своего рода научение. С другой стороны, это пуск в действие уже ранее выработанного механизма, использование свойства приспособляемости.

Наконец, наиболее интересно для понимания движений спортсмена представление о системе **сложного динамизма** (И.Б. Новик, 1965). Для такой системы характерна глубокая внутренняя слитность частей, их нераздельность, их взаимная зависимость (взаимокоррелируемость). Сложность такой системы определяется не столько количеством ее элементов, сколько обилием, богатством и сложностью связей между самими элементами, а также между всей системой и ее средой. Эта сложность неразрывно связана с динамизмом, с изменчивостью системы.

В системах простого динамизма элементы жестко ограничены друг от друга, относительно независимы, не влияют друг на друга. В таких системах нет взаимозависимой (коррелятивной) изменчивости. Если один элемент почему-либо изменяется, то это, конечно, в целом как-то сказывается на системе (на то она и система – объединение!) Но остальные элементы не подвергаются существенным изменениям под влиянием нарушения одного какого-то элемента.

В системах простого динамизма можно и нужно изучать «действия факторов по одному» (при прочих равных условиях). Когда в науке господствовал взгляд на все объекты как на такие мало-связные системы, вся тактика научного исследования и была направлена на исследование факторов по одному...

В наше время стало ясно, что все объекты живой природы – это системы сложного динамизма. Для них как раз и характерна уже упомянутая адаптация. Они отличаются высокой степенью приспособляемости, своеобразным сочетанием упорядоченности с частичной неупорядоченностью, высокой надежностью, зависимостью реакций от предыдущего опыта (М.Ф. Веденов, В.И. Кремянский, 1965). Для многих неживых систем также

характерен сложный динамизм. Поэтому-то сейчас факторы изучают не только и не столько по одному, сколько в их сочетаниях, в комплексах, изучают не в изолированных ситуациях, а в системных условиях. «Системы (ложного динамизма) представляют собой, таким образом, новый тип объектов научного исследования, – утверждает И.Б. Новик (там же, стр. 99). Этот тип специфичен для современной науки». И далее: «Один из фундаментальных принципов подхода к такого рода объектам заключается в требовании слить **идею развития с идеей структурности**, сложности, неисчерпаемости связей материи»... В системно-структурном исследовании получает дальнейшую конкретизацию глубокая идея В.И. Ленина о том, что надо связать **всеобщий принцип развития с принципом единства** мира, природы, движения материи (*подчеркнуто мною*. – Д.Д., стр. 100). Постараемся запомнить это важное философское положение, чтобы вернуться к нему уже в конце очерков, когда будем формулировать принципы и законы движений в спорте.

Основное направление дальнейшего рассмотрения систем движений – постоянный поиск, выяснение двух вопросов: **что** представляет собою система движений и **как** она возникает, действует, развивается?

Если каждая система есть объединение частей, то, естественно, первая задача состоит в том, чтобы установить состав системы, т.е. из каких частей она состоит. Каков же **двигательный состав** (А.Р. Лурия, 1948) системы движений?

До относительно недавнего времени (40–50-е годы) было принято считать, что физическое упражнение состоит из следующих компонентов: направления и размера (амплитуда) движения, мышечного напряжения, быстроты, ритма; сюда же добавляли исходное и конечное положения, силу и т.п. Анализ этих понятий показал, что под названием компоненты (составные части) неправильно объединяли и характеристики движений (положение, темп, скорость, сила и др.) и собственно составные части – элементы движений (Д.Д. Донской, 1958, б).

Все движения протекают как перемещения звеньев тела (и всего тела) в пространстве. Поэтому можно в системе движений различать ее **элементы в пространстве** (Д.Д. Донской, 1965, б).

Наиболее простой элемент движения в пространстве – это одностороннее суставное движение: одного звена, в одном суставе, вокруг одной оси, в одном направлении. Конечно, можно по заданию вы-

полнить такое одиночное, элементарное, движение. Но в двигательной деятельности спортсмена всегда встречаются комплексы суставных движений. Элементарные (изолированные) движения объединены благодаря интегрирующей роли центральной нервной системы.

Еще в 1891 г. И.М. Сеченов в своих лекциях «Физиология нервных центров» утверждал, что «сокращения отдельных мышц всегда сочетаны в группы одновременного и ряды последовательного действия». Действительно, любое ударное, хватательное, толчковое, притягивающее, метательное действие в каждый момент времени состоит из группы одновременных суставных движений (во многих суставах). И эта группа в следующие промежутки времени разворачивается в последовательные ряды движений.

Группы и ряды суставных движений, движений в разных суставах, разных пунктах тела, точках пространства – это уже комплексы элементов в пространстве. В самом общем виде они описываются, например, как движения ног, движения рук, движения туловища в беге или лыжном ходе; при этом рассматривается, как выполняется каждое такое движение, как они сочетаются друг с другом.

Все движения происходят за какое-то время, т.е. во времени. Естественно, что в системе движений можно различать и ее элементы во времени.

В теории и практике физического воспитания части целостного движения, различаемые во времени, принято называть фазами<sup>3</sup>.

В двигательной деятельности фазой движения называется такая составная часть системы движений, которая по каким-либо признакам отличается от смежных движений. Такими признаками обычно служат характеристики движений, особенности, по которым различаются части движений (Д.Д. Донской, 1960). Кинематические характеристики показывают различия в форме (пространственные) и характере (временные и пространственно-временные) движений. Динамические характеристики выявляют различия в их механизме (инерционные, силовые и производимые от них – работа, энергия, мощность и др.) (рис. 2).

---

<sup>3</sup> Термин «фаза» заимствован из теории колебаний. Там этот термин имеет иное содержание, он обозначает определенный момент в течении процесса; измеряется временем, прошедшим от какого-то начального момента (начало отсчета времени).

	Характеристики	Наименование	Обозначение	Движется	Что характеризует
Кинематические	Пространственные	Перемещение	$\Delta S$ $\Delta \varphi$	Куда?	Форма движения
	Временные	Длительность	$\Delta f$	Куда?	Характер движения
		Темп	$N = \frac{l}{t}$		
		Ритм	$R = \frac{t_1}{t_2}$		
	Скоростные	Скорость Ускорение	$v, \varphi$ $a, \varepsilon$	Как?	
Динамические	Массовые	Масса Момент инерции	$M$ $\sum mr^2$	Что?	Механизм движения
	Силовые	Сила Момент силы	$F$ $fr$	Почему?	

**Рис. 2.** Характеристики системы движений

Самые маленькие, так сказать элементарные, фазы движений также объединены в комплексы. Из фаз складываются так называемые периоды движений. Так, все фазы движений вне опоры объединены в период полета, а все фазы, выполняемые в опоре, – в период опоры. Ряд периодов может быть объединен либо в однократный целостный акт (например, метание диска), либо в цикл движений (например, в таких циклических локомоциях, как ходьба и бег, цикл представлен двойным шагом). Множество циклов соединяется в целостное циклическое действие (например, прохождение всей дистанции бега от старта до финиша).

Словом, и суставные движения, и фазы (элементы движений в пространстве и во времени) как составные части системы движений, – это движения, но меньшие и более простые, чем целое, чем вся система. Не следует лишь забывать, что физические упражнения выполняются не только как движения, но и как ста-

тические положения (исходные и конечные положения, статические фазы).

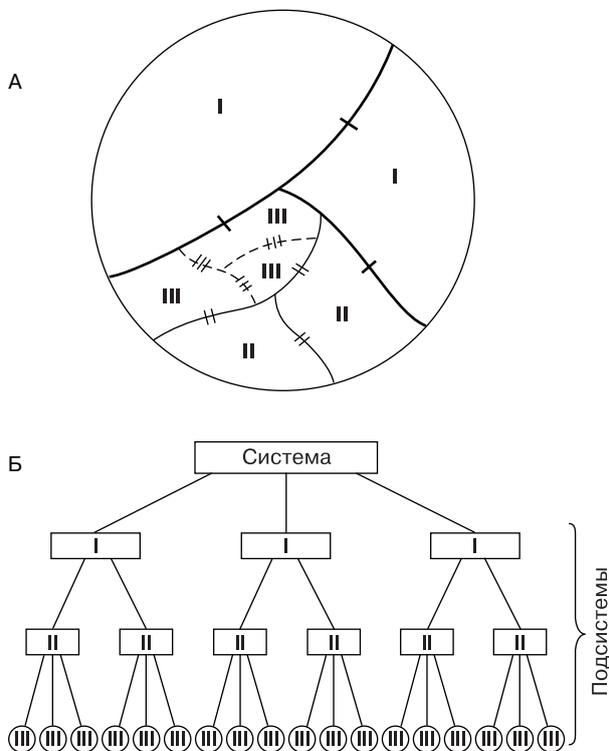
Теперь следует остановиться на одном из важнейших обстоятельств в построении систем движений. Разбирая двигательный состав системы движений, нужно не только установить, из каких элементов состоит система, но и в каком порядке они ее составляют. Оказывается, что порядок объединения элементов в систему многоступенчатый, иерархический. Один и тот же элемент входит в несколько объединений; при этом объединение более крупное, более высокого порядка включает в себя объединения менее высокого порядка.

Так, движение стопы в голеностопном суставе в сочетании с движениями голени и бедра дает отталкивание ногой. Сочетание движений толчковой и маховой ноги образует более крупное объединение, комплекс более высокого порядка. Движения обеих ног сочетаются со сложными движениями обеих рук и туловища. В целом получается система движений при отталкивании в прыжке в высоту. Но и эта объединенная система движений – это еще не вся целая система, а только ее часть. До нее были шаги разбега и очень сложные и тонкие подготовительные действия. А после нее будут еще не менее сложные комплексы движений вне опоры, при подходе в полете к планке, при ее переходе и снижении к опоре.

Иначе говоря, составные части системы – это тоже своего рода системы, входящие в более общую, крупную систему, систему более высокого порядка. Их называют **подсистемами** (например, моноцикл, контрцикл и дубльцикл в маховых упражнениях, по Ю.К. Гавердовскому, 1967).

Если использовать технический язык, то системы движений имеют как бы «блочную конструкцию», состоят из крупных частей («комплексных блоков»), которые, в свою очередь, состоят из все более мелких комплексов элементов («элементарных блоков»).

Изобразим всю систему движений как целое в виде круга (рис. 3, А). Тогда можно провести несколько линий, которые разделят круг на части – систему на подсистемы I порядка. Каждая такая система может быть разделена на подсистемы II порядка, а те, в свою очередь, на подсистемы менее высоких порядков. Это же можно изобразить в виде древовидно ветвящейся схемы, показывающей деление системы на подсистемы все более низкого порядка (рис. 3, Б).



**Рис. 3.** Ступенчатое строение системы движений:

*А* – последовательное разделение на подсистемы;

*Б* – схема порядков подсистем

Подведем итог сказанному. Системы движений – это объединения из элементов: суставных движений и фаз. Эти два вида элементов не разные движения, а одни и те же составляющие движения всей системы, выделенные либо по пространственному, либо по временному признаку.

Так, в комплексе суставных движений (отталкивание ног) можно различить фазу подседания в коленном суставе и фазу выпрямления ноги. И в этих же фазах можно различить движения в разных суставах ноги.

При любом способе различения обнаруживаются комплексы элементов, как объединения в ряды иерархических порядков – подсистемы. Подсистемы имеют многоступенчатый характер. «Спускаясь по ступенькам» целостной системы, можно обнару-

жить подсистемы все менее высоких порядков. Стало быть, имеются переходы от более высоких уровней вычленения к более низким. Эти дробные подсистемы, входя в более крупные, подчиняются их задачам и часто не обладают самостоятельностью.

В процессе спортивной подготовки спортсмен формирует и совершенствует системы движений, используя закономерности процессов их становления и перестройки. При этом не меньшее, а скорее большее значение, чем двигательный состав, имеет **двигательная структура**.

Уже не раз подчеркивалось, что система и ее подсистемы представляют собой объединения элементов. Под элементами здесь подразумеваются как тела и процессы, так и свойства, и отношения, находящиеся в какой-либо взаимной связи. Вот характер, способ, закон этой связи, способ объединения частей в целое и рассматривается как структура (В.И. Свидерский, 1962).

Слово «структура» по-латински означает строение. Раньше термин «структура» применяли в смысле «система». Однако за последние десятилетия в разных областях науки, особенно в кибернетике и философии, понятие структура обособилось (А.Э. Воскобойников, 1967). Современное понимание структуры принадлежит уже второй половине XX века! Рассматривая разные определения структуры, получим более разностороннее представление об этом понятии.

Сначала остановимся на более узких определениях структуры. По В.И. Свидерскому (1962), система – это совокупность элементов и структуры: «характер... способ, закон... **связи** мы будем называть структурой» (стр. 11). Стало быть, понятия элементов (и подсистем) и структуры не совпадают. Это определение было расширено В.Г. Афанасьевым (1963): «особый способ **внутренней взаимосвязи**, организации целого составляет его структура». Еще определеннее отождествляет структуру с организацией В.Н. Сагатовский (1967), считая структуру «способом организации элементов состава» (стр. 131).

Если для структуры характерна внутренняя взаимосвязь элементов и подсистем, то «организация» хотя и близка к структуре, но не совпадает полностью с нею. Структура отражает только то, что наиболее устойчиво, постоянно в организации (М.Ф. Веденов и В.И. Кремянский, 1965; Н.Ф. Овчинников, 1967). Если структура – закон, принцип, способ, т.е. существенное, то, действительно, все несущественное, частное, случайное, малозначащее для систем уже не входит в понятие структура, но еще включается

в понятие организация. Понятие структура уже и глубже, чем понятие организация.

Очень важную особенность отмечает С.Е. Зак (1967). Он рассматривает структуру как **взаиморасположение** элементов внутри предмета в их взаимосвязи и как особенности **процессов**, совершающихся внутри предмета, т.е. не только как связаны компоненты системы, но и как они взаимно расположены и как эти расположения, а также их связи определяют протекающие в системе процессы. В динамических функционирующих системах одни элементы закономерно превращаются, переходят в другие. Процессы взаимных превращений происходят закономерно. Эти закономерности также характеризуют структуру.

Далее следует выяснить роль структуры в развитии системы и ее элементов. Структура определяет возможности изменения системы – программы развития. При изучении структуры особого внимания заслуживают: взаимное расположение элементов, их взаимные связи, их существование и развитие. Это три аспекта, три подхода к раскрытию системы: топографический, логический и динамический.

Коль скоро структура выражает собой закономерности (в противоположность хаосу), то естественно внимание к упорядоченности в системе (Л.О. Вальт, 1963). Структура определяет собой степень и уровень упорядоченности. В системах с зачаточной структурой (движения, например, новорожденного) упорядоченности очень мало – сплошной хаос!

Однако биологические системы наряду с высокой системной упорядоченностью характеризуются и частичной неупорядоченностью (М.Ф. Веденов, В.И. Кремянский, 1965). Эта частичная неупорядоченность обусловлена достаточно заметной самостоятельностью подсистем, сохранением довольно значительного объема случайных явлений. В кибернетике подробно исследуются подобные случайные взаимодействия. Они, с одной стороны, неизбежны в сложных системах, функционирующих в меняющейся среде. А с другой стороны, – имеют прямое отношение к тактике управления. Читатель с ними еще встретится.

Общепризнано, что сочетание и взаимодействие элементов вносит в системы нечто новое – новые свойства, качества. Появление в системе нового свойства получило название эмерджентность (английское слово *emerge* – появляться, всплывать, выходить). Эмерджентные (новые) системные свойства – это то данное, что появляется в системе при отсутствии этого у элементов.

Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге» (1948, стр. 21) приводит яркий пример появления нового качества благодаря взаимодействию элементов. «Последний [Наполеон. – Д.Д.] следующим образом описывает бой малоискусной в верховой езде, но дисциплинированной французской кавалерии с мамелюками [личная гвардия египетских султанов. – Д. Д.], в то время безусловно лучшей в единоробстве, но недисциплинированной конницей. Два мамелюка безусловно превосходили трех французов; 100 мамелюков были равноценны 100 французам; 300 французов большей частью одерживали верх над 300 мамелюками, а 1000 французов уже всегда побивали 1500 мамелюков». Взаимодействие французов при достаточном их количестве давало перевес благодаря эмерджентному свойству – силе организованности.

Структура системы тесно связана с категориями количества и качества. Как количественные изменения приводят к изменениям качественным, так и структурные изменения играют такую же роль (В.В. Агудов, 1967). Вместе с тем и качественные, и количественные изменения (например, сдвиги в физической подготовленности спортсмена) приводят к изменениям структуры (в системе движений спортсмена). Поэтому утверждение В.И. Свидерского: «Система как совокупность элементов и структуры» (1962, стр. 243) не вполне точно. Здесь отчасти не учитывается то новое, что привносит с собой структура – системные свойства. Но оно безусловно справедливо в том смысле, что система (целое) больше, чем просто сумма элементов (частей). Значит, в целом кроме двигательного состава (элементы) огромную роль играет еще и структура системы.

В зависимости от задачи, интересов исследователя подчеркивается, выделяется та или иная сторона структуры. И, изучая одну из сторон, надо помнить о существовании и других. «Структура тела – это и есть **относительная** выделенность в теле отдельных его частей и соответствующая ей система, порядок материальных **взаимосвязей** данных частей, их отношений, посредством которых они соединяются в то единство и целостность, которым является данное тело» (И.В. Кузнецов, цит. по Н.Ф. Овчинникову, 1967, стр. 16; *подчеркнуто нами.* – Д.Д.). Здесь в физическом аспекте выдвигаются на первый план выделенность, порядок, взаимосвязь частей тела и их отношений. А вот М.Ф. Веденов и В.И. Кремьянский, рассматривая специфику биологических структур, обращают внимание на другие стороны: «структура есть совокупность законов, присущих данной системе и определяющих форму и поведение ее как целого» (1965, стр. 84).

Таковы относительно узкие определения структуры. Каковы же более широкие толкования? Помогают ли они нам в исследовании системы движений спортсмена?

Часто в биологической литературе под структурой понимают не внутренние взаимодействия изучаемого объекта, взаимоотношения, а сам объект, оформленный определенным образом, деление его на части, так сказать, «набор элементов». Здесь явно под структурой понимается сама система как таковая и ее состав (А.С. Мамзин, 1964). Такое понимание структуры, к сожалению, еще широко распространено и в теории спорта. На вопрос: «Какова структура этого приема?» – отвечают: «Он состоит из таких-то фаз или частей»...

Ясно, что такое более широкое определение резко сужает возможности структурного анализа. О самом главном и существенном – взаимодействии – ничего не говорится! Применительно к системе движений такой подход сводит структуру просто к двигательному составу. Поскольку такое слишком широкое толкование структуры не обогащает, а обедняет наши представления, то в данном очерке особое внимание уделяется относительно узкому, но более глубокому пониманию структуры.

Кстати сказать, в приведенном выше определении движения Н.А. Бернштейна – «движение не есть цепочка деталей, а структура...» – последняя и понимается как система. Например, в термине «смысловая структура» (А.Р. Лурия, 1948) речь идет только о смысле действия, его содержании, а не о структурности его смысла. А вот термин Н.А. Бернштейна «уровневая структура» – как раз и есть современное понимание структуры (какие уровни мозга и как участвуют в управлении движениями; в каких отношениях и связях они находятся; к чему это приводит).

Попробуем теперь дать обобщенную развернутую (но не расширенную) формулировку понятия структура.

Структура системы представляет собой закономерности взаимодействий (связи и отношения), упорядоченно расположенных относительно выделенных компонентов (подсистем и их элементов); эти закономерности определяют форму системы, течение внутренних процессов, появление новых свойств, ее поведение и развитие.

Это определение, будучи известным итогом, само является началом дальнейшего пути в глубь теории структурности движений. На самом деле, сразу же возникают вопросы: каковы эти взаимодействия в системе движений? Какие компоненты находятся

в этом взаимодействии? Какие в зависимости от этого встречаются формы систем? Каковы важнейшие внутренние процессы в системе? Какие свойства приносит с собой структура? В чем заключаются особенности ее поведения? Наконец, каковы пути развития системы движений, ее становления и совершенствования?

Лишь только ответив на эти вопросы, можно сознательно (а не только интуитивно) выбирать и применять средства и методы спортивно-технического совершенствования.

Ну, а как все-таки проще и короче определить, что такое структура? **Структура – это закон объединения частей в целое.** А еще короче (но не проще) – **закон интеграции системы.**

Теперь разберем, какие виды структур различают в системе движений (рис. 4).

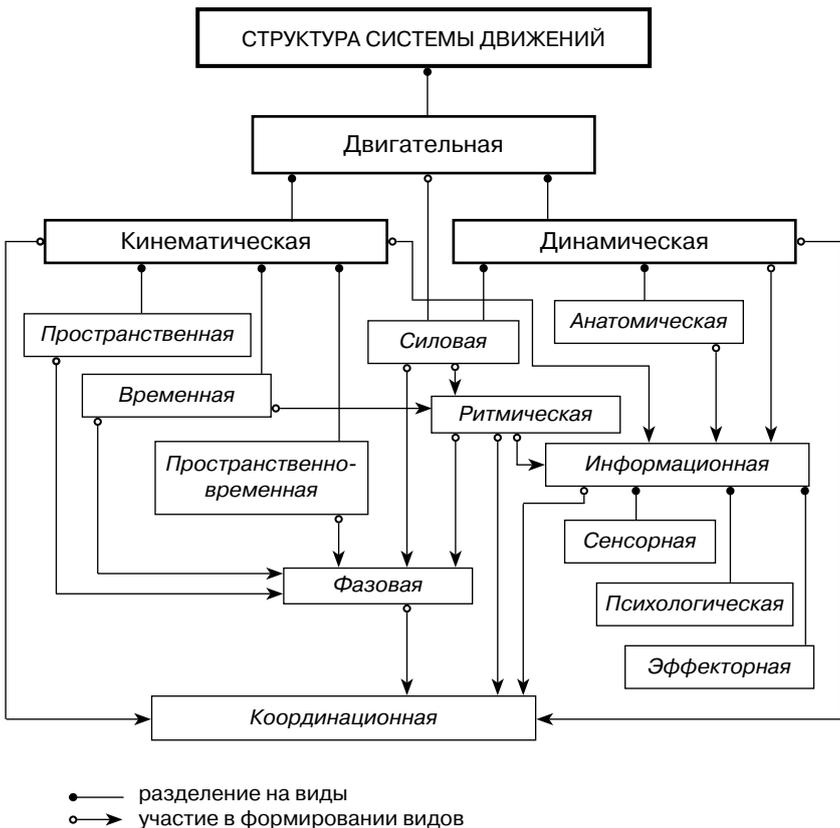


Рис. 4. Виды структур

Взаимодействия могут рассматриваться с разных точек зрения, на основе изучения различных характеристик системы движений.

В первую очередь поддаются внешнему наблюдению форма и характер движений, т.е. внешняя картина движений, их кинематика. По кинематическим характеристикам (пространственным, временным и их соотношениям – скорости, ускорения)<sup>4</sup> можно установить кинематическую структуру.

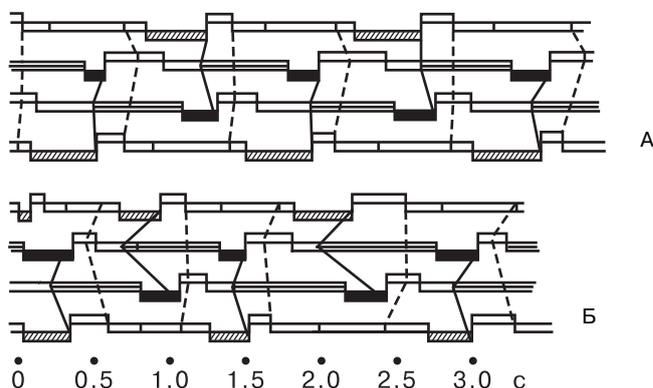
Кинематическая структура – это не сами движения; это законы взаимодействия движений (компонентов системы) в пространстве и во времени. Они отражаются на траекториях, длительности, темпе, ритме, скоростях, ускорениях; проявляются в их величинах, изменениях и соотношениях. Но это не сами характеристики!

Большее проникновение в особенности движений, в их механизм как совокупность процессов дает **динамическая структура**. Она раскрывает законы взаимодействия частей тела спортсмена друг с другом и внешними телами (среда, опора, снаряды, партнеры, противники и т.п.). Определяя массы тел и их распределение (инерционные характеристики), а также меры взаимодействия тел (силы и моменты сил), можно исследовать силовое взаимодействие (Ю.В. Верхошанский, 1966, б) – источники сил, их величину и направление, меру их действия (работа и энергия), результат их действия, его изменения.

Учитывая особое значение ритма движений (их последовательности и соотношения длительности) в соединении с действием сил, изучают ритмическую структуру как своеобразное отражение сочетания временных и силовых характеристик. Ритмическая структура показывает порядок выполнения фаз; как соотносятся длительности отдельных фаз; как распределены во времени силовые акценты (Л.В. Чхаидзе, 1958); каковы следствия их приложения; время, длительность и направление действия сил; слияние ритмов подсистем в единый ритм системы движений; устойчивость ритмической структуры. Общеизвестно, что ритмическая структура для начинающих служит своего рода образцом, «рамкой», ориентиром при построении системы движений, а для высококвалифицированных спортсменов она играет уже роль показателя их технического мастерства (рис. 5).

---

<sup>4</sup> Иногда любые характеристики называют параметрами. Это, пожалуй, не совсем удачно. Параметры – только наиболее важные, наиболее существенные, определяющие для данной структуры характеристики.



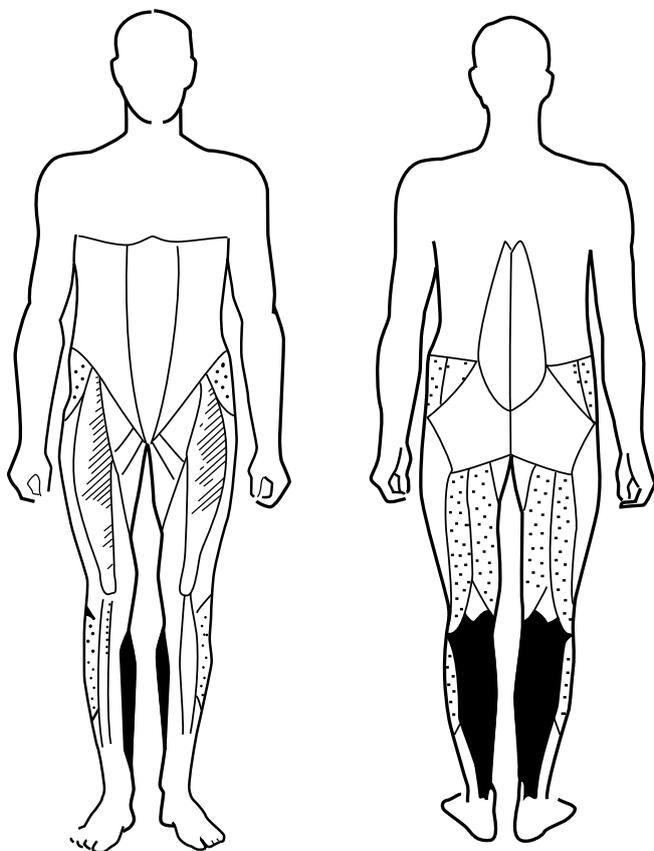
**Рис. 5.** Ритмическая структура движений (хронограмма хода на лыжах):  
А – мастер спорта; Б – новичок

Для более углубленного анализа рассматривается **фазовая структура**, определяющая взаимодействие фаз. При этом используются особенности всех ранее названных видов структур для выявления роли и связей фаз в целом.

Выявление участия мышц в движениях и их группового взаимодействия приводит к установлению **анатомической** (или мышечно-топографической) **структуры**. Она определяет совместное групповое взаимодействие мышц, режимы их работы (преодолевающий, уступающий, все виды статической работы – удерживающая, укрепляющая и фиксирующая), длительность и величину активности мышц (рис. 6). Для этого кроме механических характеристик при исследовании движений регистрируют электрическую активность поверхностных мышц (электромиография – ЭМГ) (А.В. Ивойлов, 1966).

Все перечисленные виды структур и составляют в основе **двигательную структуру** системы движений. Но это еще не все виды структур в движениях спортсмена.

При выполнении спортивных упражнений в управлении движениями кроме двигательной структуры важнейшую роль играют информационные процессы. Сигналы и команды, поступающие соответственно от органов чувств и мозга, представляют собой, так сказать, потоки информации. Они вызваны различными внешними и внутренними раздражителями – механическими, световыми, химическими, нервными импульсами от многих органов чувств, промежуточных и исполнительных центров, от центров, проявляющих волевою направленность сознания, и др.



**Рис. 6.** Анатомическая структура позы стояния  
(по В.С. Гурфинкелю, Я.М. Коцу, М.Л. Шику)

Все потоки информации, взаимодействуя, сплетаются в сложнейшую **информационную структуру**. Можно сказать, что информационная структура – это известная последовательность упорядоченных во времени сообщений, несущих как сведения о движениях и условиях действия, так и команды о подготовке к деятельности и ее выполнению.

Динамические, кинематические, ритмические, анатомические структуры имеют информационную часть. Они связаны между собой информационными структурами, имеющими соответствующие аспекты (кинематический, динамический и др.) (Ф.К. Агашин, Д.Д. Донской, 1966).

В самой информационной структуре, таким образом, можно выделить **сенсорные структуры** – синтезы (обобщения) чувствительных сигналов. Они отражают воздействия внешних факторов и внутреннего состояния организма спортсмена, передающиеся по нервным путям.

Эти воздействия отражаются в сознании спортсмена, сочетаются со следовыми явлениями его памяти и с результатами его мышления и образуют **психологическую структуру двигательного навыка**; это тоже часть информационной структуры. Это то, что знает и понимает спортсмен о своей спортивной технике, об известной ему технике других спортсменов и об общих требованиях к технике. Как представляет себе спортсмен психологическую структуру спортивной техники, что он думает о ней, что знает, на что направлено его внимание перед выступлением, в момент самого действия – все это пока еще мало изучено как психологами, которые часто далеки от тонкостей спортивной техники, так и биомеханиками, которые не занимаются еще вопросами психологии. Настоящие очерки – попытка биомеханики в какой-то степени сблизиться с психологией в плане своего рода «психо-биомеханики».

Наконец, упомянем о том, о чем еще мало знают и психологи, и физиологи, и биомеханики – об **эффекторной структуре** (также входящей в информационную структуру). Мы действительно еще очень мало знаем, как идут команды от мозга к мышцам, как они складываются в мозгу, по каким физиологическим законам формируются.

В результате сопоставления всех перечисленных структур является **координационная структура** как закономерности согласованного сочетания движений в соответствии с поставленной задачей и действительными условиями.

Все названные структуры (разные ее виды) – это только разные стороны одной и той же единой **структуры системы движений**. Все эти виды, формируясь одновременно, складываются в единую структуру. Если хотите, то эту единую совокупность взаимодействующих структур можно даже назвать системой структур.

Вижу читателя, который морщится: «Ну зачем так сложно, к чему столько структур?» Ответ короткий: «В действительности все еще сложнее; мы только начинаем в этом разбираться!»

Как читатель помнит, при ознакомлении с двигательным составом было установлено, что компоненты, как составные части

системы, не элементарны. Иначе говоря, они сами сложно объединены как своего рода системы; их называют подсистемами. Отсюда и вытекает, что у каждой подсистемы есть своя структура; ее бы можно назвать субструктура – есть такой термин, но он очень мало распространен. Лучше говорить о структурах разного порядка, разного уровня. Структуры различных подсистем объединены различным взаимодействием в единую структуру системы.

Поэтому общую структуру можно назвать **многоступенчатой**. От того, как в этой многоступенчатой структуре взаимодействуют (как бы по вертикали) выше и ниже расположенные подсистемы, зависит во многом и совершенство самой системы движений.

Мы разобрали многие виды структур, многие стороны одной и той же общей структуры. Поэтому общую структуру можно назвать также и **многосторонней**. У каждой подсистемы есть различные стороны структуры; степень развития их может быть очень разной. От соотношения этих разных сторон (как бы по горизонтали) как в пределах каждой подсистемы, так и всей системы в целом, также зависит совершенство движений.

Таким образом, многоступенчатость (разные порядки структур подсистем) и многосторонность (разные виды структур) в целом обуславливают **многоструктурность системы движений** (Д.Д. Донской, 1968, а, б).

До сих пор рассматривалась только **внутренняя структура** движений, взаимодействие внутри системы. А ведь спортсмен действует в условиях внешней среды, своего внешнего окружения. Он испытывает на себе внешнее воздействие. И его собственное действие направлено на окружающую его среду. Здесь снова мы видим взаимодействие и в механическом, и в биологическом, и в психологическом плане. Имеется и чисто физическое, и содержащееся в нем информационное взаимодействие.

Имеется **внешняя структура системы движений** – взаимодействие спортсмена с его окружением. Собственно говоря, ради этого внешнего взаимодействия в спорте и создается сама система движений и ее внутренняя структура.

Внешняя структура, которой управляет и спортсмен, и его тренер, зависит как от среды, так и от внутренней структуры, и сама влияет на последнюю. В особенностях этой внешней структуры лежит обоснование подбора средств и методов обучения технике и совершенствование технического мастерства. Нельзя забывать, что для спортсмена во внешнюю структуру входят важнейшие ее стороны – психологическая и социальная. Это постоянно

чувствуют спортсмены и тренеры, но еще мало учитывают биомеханики.

При одинаковой внутренней структуре, но разных внешних связях может быть неодинаковый, различный результат системы движений. Но надо добиваться, чтобы при разных внешних структурах результат был высоким и постоянным. Это нужно как при относительно неизменных, так и при различных внутренних структурах.

По своему характеру все виды структур могут быть **жесткими**, очень неподатливыми, неменяющимися, и **подвижными**, пластичными, изменчивыми, гибкими. В большей части сложных случаев структуры чаще встречаются подвижные, приспособляющиеся к сложным условиям деятельности организмов.

Все структуры можно разделить на **статичные**, постоянные, которые не изменяются, и **динамичные**, меняющиеся, суть которых в том, что они развиваются и изменяются.

Структуры различаются **главные**, играющие ведущую роль, и **вспомогательные**, чья роль заключается в подкреплении, усилении главной.

Заканчивая очерк о системах движений и их структурах, обратим внимание на то, какое богатство взаимодействий в системе раскрывается при структурном анализе, если только под ним понимать не простой лишь перечень элементов.

Цель изучения системы – не столько установить ее состав, сколько выявить основные свойства и поведение системы (М. Месарович, 1966). Целостная система как раз и характеризуется своими системными качествами, составом, структурой и характером взаимодействия с внешними условиями (В.Г. Афанасьев, 1963).

Теперь читатель видит, как недопустимо смешивать понятия «система» и «структура» или подменять одно другим!

Естественно, что сложное взаимодействие зависит от соответствующего управления, которому и посвящаются следующие очерки.

## ОБЩИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ

Изучать управление движениями в отрыве от кибернетики в настоящее время просто невозможно. Кибернетика – как наука об управлении – стала называться так с издания книги Норберта Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине» (1948). Однако кибернетика – это как бы завершающий

этап длительного пути развития идей об управлении на протяжении по крайней мере последнего столетия.

Сейчас наиболее распространено определение кибернетики как науки об оптимальном целенаправленном управлении сложными динамическими системами. Давая это определение, А.И. Берг (возглавляющий организацию разработки этих проблем в Академии наук СССР) подчеркивает, что: 1) кибернетика изучает **сложные образования**, состоящие из множества взаимосвязанных структурных элементов, организованных в единую систему; 2) кибернетика изучает **процессы**, происходящие в сложных динамических системах при управлении ими (1961, стр. 29).

Близка к этой и позиция А.А. Ляпунова и С.В. Яблонского. Они считают кибернетику наукой об общих закономерностях строения управляющих систем и течения процессов управления (1963).

В предисловии к книге Н. Винера «Кибернетика и общество» (1958) академик Э. Кольман так и пишет: «...учение об управляющих устройствах, о передаче и переработке в них информации» (стр. 5).

На особую роль информации и ее движения делают упор многие ученые. Виднейший советский математик академик А.Н. Колмогоров (Большая советская энциклопедия, т. 51) определяет кибернетику как учение о «способах восприятия, хранения, переработки и использования информации в машинах, живых организмах и их объединениях». Академик В.М. Глушков также обращает внимание на общие законы преобразования информации в сложных управляющих системах как на предмет кибернетики (1963).

Другие ученые останавливаются больше на самом устройстве систем (относительно обособленные системы, а также информируемые, информирующие и информационные – по Г. Греневскому, 1964; причинные сети – по А.А. Маркову, 1964; ультрастабильные системы – по У. Эшби, 1962; системы сложного динамизма – по И.Б. Новичу, 1965). Каков бы ни был специальный интерес ученого, проблема управления рассматривается с двух тесно связанных позиций: **где** происходит управление и **как** оно осуществляется.

Естественно, что очень важно вести управление как можно лучше – оптимизировать его. Дело в том, что в сложных (кибернетических) системах возможны многочисленные варианты как результата управления, так и путей его достижения. Поэтому

**оптимизация управления** – центральная задача изучения и совершенствования управления (самый лучший результат – самым лучшим путем).

Не это ли важнейшая задача при совершенствовании спортивной техники как системы движений?

Кибернетика возникла, когда, образно говоря, все слова были «заняты» в качестве терминов других наук. Ей пришлось брать слова и придавать им свое, «кибернетическое», значение. Поэтому попробуем в самой сжатой форме дать объяснение ее некоторых основных понятий.

Система – это любое целое, объединенное из составляющих его взаимодействующих частей. Состояние системы – определенное значение ее характеристик в данный момент. Поведение системы – смена ее состояний, изменение величины ее характеристик (переход системы из исходного состояния в конечное). Управление системой – перевод системы в новое, заранее назначенное состояние (достижение цели), определение ее поведения путем воздействия на переменные величины (изменяя ее характеристики).

Систему движений спортсмена изучают в следующей последовательности: из каких составных частей она состоит и как они объединены (состав и структура); каковы характеристики ее движений (состояния системы); как происходит процесс движения, по данным регистрации характеристик (поведение системы); какие воздействия и каким путем приводят к достижению цели (управление системой). Вслед за этим идут главные вопросы: каковы особенности системы движений; как их выработать; как их совершенствовать, чтобы добиться оптимального управления, дающего максимальный результат.

В кибернетике определились три раздела, которые решают эти задачи:

1. Теоретическая кибернетика рассматривает общие особенности управляемых систем и процессов управления; она дает самые общие представления, способ подхода и понимания при изучении управления движениями.

2. Прикладная или экспериментальная кибернетика главным образом решает практические задачи путем моделирования; ее использование в вопросах спортивной техники только начинается (В.Т. Назаров, 1967; Х.Х. Гросс, 1967, и др.).

3. Техническая кибернетика изучает и конструирует технические устройства, преобразующие информацию с целью оптимиза-

ции управления – приборы срочной информации (В.М. Абалаков, В.С. Фарфель и его школа); в обучении и тренировке в своей начальной форме они получили признание и применяются в передовой спортивной практике.

Хочется подчеркнуть, что степень использования кибернетики в спортивной педагогике еще очень незначительна, хотя в ряде институтов физической культуры (Московском, Ленинградском, Грузинском, Киевском, Омском и др.) уже складываются коллективы энтузиастов этого направления. Я думаю, что следует использовать все три направления, но в первую очередь важно выработать у себя соответствующий подход, определяемый специфическим «способом мышления». Для этого нужно не только думать, но и много читать, понимать, уметь отбирать нужное и полезное для спортивно-технической подготовки.

Движения спортсмена с точки зрения механики изучаются только как механическое перемещение звеньев тела и их механическое взаимодействие. Энергетическая сторона этого процесса изучалась более глубоко; и она всегда будет необходима. Однако информационная сторона, управление движениями слишком долго не привлекали внимания ученых. Советский ученый Николай Александрович Бернштейн<sup>5</sup> – первый из тех, кто занялся изучением процессов управления движениями. Он не только больше всех сделал в этой области; он глубоко предвосхитил идеи кибернетики, а потом оказал большое влияние на ее развитие.

В настоящее время не только энергетический, но и кибернетический подходы составляют главные перспективные направления развития биомеханики спорта – одной из основ теории спортивной техники. Если физиология спорта, изучая двигательную деятельность, раскрывает механизмы обеспечения энергетики и физиологические механизмы координации движений, то системно-структурное исследование спортивной техники больше всего направлено на обоснование эффективности двигательных действий и в энергетическом, и в кибернетическом смысле.

В управляемой системе физические законы взаимодействия не теряют своего значения, но они недостаточны для объяснения законов **выбора поведения**. Объективные законы управления сложными динамическими системами не «отменяют» физические законы взаимодействия, а «организуют» их действие в необходимом для функционирования системы направлении (М.Я. Берри,

---

<sup>5</sup> Наиболее глубоко облик Н.А. Бернштейна как ученого и его теории раскрыты в статьях А.Р. Лурия (1966) и В.Ф. Бассина (1967).

1965; Б.С. Украинцев, 1967, стр. 64). Поэтому-то важно знать не только, как проявляется физическое взаимодействие с точки зрения «классической» биомеханики, но и почему оно так или иначе организовано, как взаимозависимы физические законы и законы управления.

Нужно ли доказывать, что в биомеханике человека крайне необходим кибернетический подход? К сожалению, все еще широко распространена точка зрения, по которой биомеханика должна заниматься только применением законов физики равно ко всем живым объектам – и животным, и человеку.

В наше время прогресс науки тесно связан с взаимопроникновением «смежных» областей знания, возникновением пограничных научных дисциплин, формированием таких наук широкого охвата, как кибернетика (М.Б. Митин, 1961; И.И. Майский, 1959; Ю.В. Сачков, 1963; Ю.Н. Полянский, 1963, 1967). Биомеханика как раздел биофизики относится к биологическим наукам нового типа, трактующим своеобразие физики живого. А в биомеханике человека, трактующей двигательную деятельность человека как главное внешнее проявление его активности, подход кибернетический не менее необходим, чем энергетический (Л.А. Тумерман, 1960). Логические и методические принципы анализа системных явлений – а двигательная деятельность спортсмена и есть система – требуют структурных методов исследования; элементарные методы анализа и синтеза здесь недостаточны. Изучение системных объектов, получивших у Маркса название «органического целого», или «диалектически расчлененного целого», требует специальных приемов и способов мышления (В.А. Лекторский, В.Н. Садовский, 1960; М.М. Розенталь, 1967). В этом направлении и развивается современная биомеханика, включающая в себя и всю «классическую» биомеханику, и ее дальнейшее развитие в системно-структурном направлении.

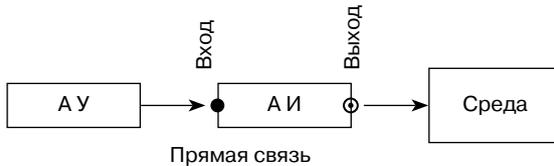
В системах движений человека их информационная структура принципиально отличается от таковой у животных. Решающим образом сказывается понимание и осознание движений, память, специально направленное на них внимание, волевые усилия – словом, чисто человеческие особенности управления движениями. Поэтому биомеханика человека много шире и глубже биомеханики животных.

Приступим к ознакомлению с общей схемой управления. Всякая управляемая система имеет «вход», через который она получает управляющее воздействие в виде команды. Имеется также «выход», через который проявляется поведение системы как

смена ее состояния. Полюсов системы (вход, выход) может быть по одному или по многу; на наших схемах упрощенно изображен первый случай.

Схемы систем бывают структурные и принципиальные. Структурная схема (иногда ее называют функциональной или блок-схемой) показывает действие всей системы в целом. При этом каждое звено представлено в виде блока (объединенная группа деталей); состав и принцип действия не раскрываются. А принципиальная схема указывает уже и на принцип действия каждого звена. Блок-схемы, конечно, проще. При этом можно не знать подробностей о действии каждого звена. На наших схемах обозначены только функции блоков.

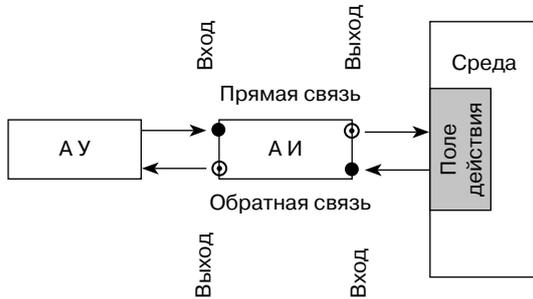
В самоуправляемых системах имеется подсистема – аппарат управления, вырабатывающий команды (АУ), и аппарат исполнения (АИ) (рис. 7). Первая часть системы – это управляющая подсистема, вторая – управляемая подсистема.



**Рис. 7.** Система управления с разомкнутым контуром

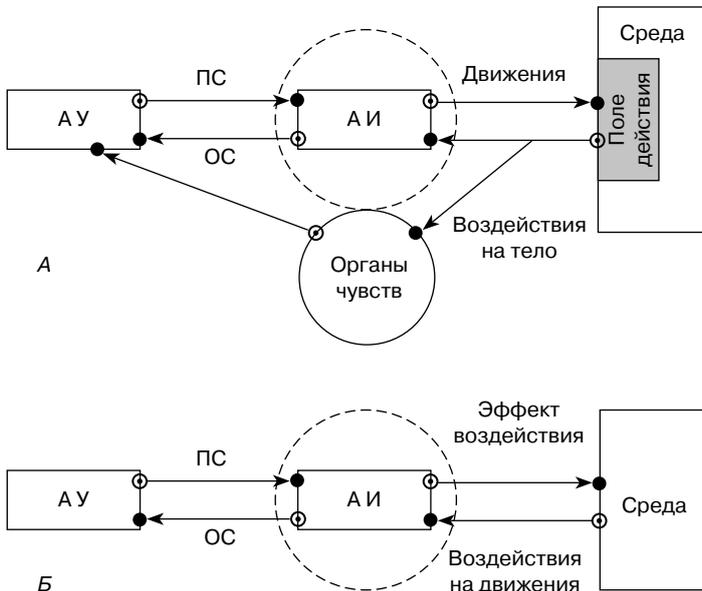
Каждая система функционирует в определенной «среде», в определенном окружении (условиях ее существования). На эту среду воздействует наша система. В этом воздействии обычно заключается главный смысл существования системы. Итак, у нас имеется так называемая управляемая система с разомкнутым контуром связи; каналы у нее только прямой связи, в одном направлении. Такая система «не знает», в каких условиях она действует, и «не узнает» результата своего действия. Такие системы в сложных условиях, по сути дела, совершенно непригодны, неэффективны, бесполезны...

В системах же с замкнутым контуром связи имеется обратная связь (рис. 8): внешняя обратная связь – от среды к системе – и внутренняя обратная связь – от аппарата исполнения к аппарату управления. Первая из них несет информацию (сведения) от среды к аппарату исполнения; последняя – от него к аппарату управления.



**Рис. 8.** Система управления с замкнутым контуром

Теперь уточним, что же такое «аппарат исполнения». Если вся изображаемая нами система – спортсмен, то это его двигательный аппарат, его тело, которым он сам управляет. Прямая связь от двигательного аппарата к среде – это его движения, его спортивная техника, при помощи которой он воздействует на окружающую среду. А внешняя обратная связь (от среды к органам движения) – это воздействия внешних тел на его собственное тело (рис. 9, А).



**Рис. 9.** Система управления, где аппарат исполнения:

А – тело спортсмена; Б – система движений

Если же изображаемая исполнительная часть – система движений, т.е. сама спортивная техника, то внешняя прямая связь – это эффект воздействия движений на окружение, а внешняя обратная связь – влияние окружения на выполнение движений (рис. 9, Б). Если вдуматься, то эти два случая – не одно и то же, хотя представлены похожей блок-схемой.

Для удобства разбора общих принципов управления примем первый случай: аппарат исполнения – это двигательный аппарат спортсмена. Теперь поставим вопрос: может ли аппарат управления (мозг) «узнать» о состоянии среды и результате действия спортсмена только при помощи изображенных на рис. 8 каналов внешней и внутренней обратной связи? По этим каналам обратной связи пойдут сигналы только через сами органы движения. Чтобы учесть воздействия, воспринимаемые с помощью зрения и слуха (телерецепторов), нужно еще изобразить на схеме «органы чувств» с их внешней и внутренней обратными связями (см. рис. 9, А).

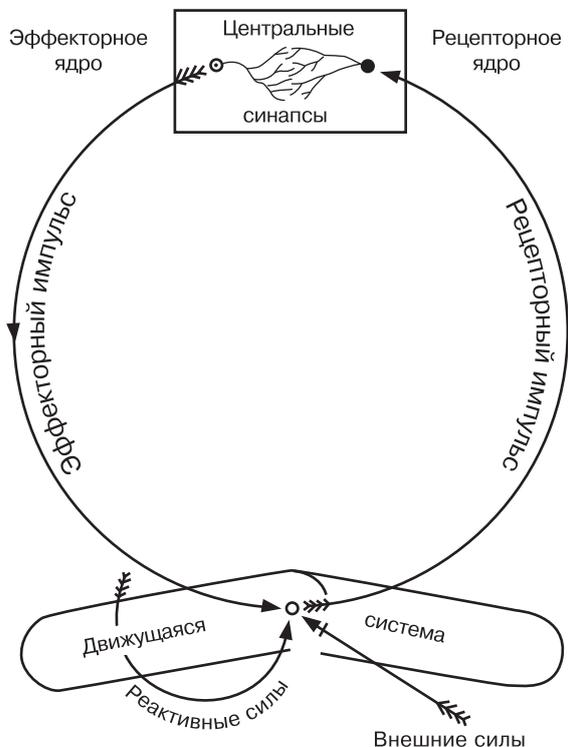
Наличие обратной связи превращает каналы связи в замкнутый круг – движение информации происходит по замкнутому пути, циклически (см. рис. 8). Исследуя движения человека, Н.А. Бернштейн (1934) впервые обстоятельно описал периферический цикл взаимодействия (влияние сил-мышц на движения и движений на напряжение мышц) и центральный цикл взаимодействия (влияние команд мозга на напряжения мышц и движений, а также напряжения мышц и движений на команды мозга; рис. 10). Это открытие одного из важнейших принципов в управлении не только движениями, но и во всех видах управления при помощи обратной связи на много лет опередило установление этого принципа управления в кибернетике.

В 1935 г. Н.А. Бернштейн дал уже развернутое математическое обоснование этого принципа координации движений (циклические взаимодействия).

Таким образом, на нашей схеме (рис. 9, А) можно различить несколько колец управления; схема имеет многоконтурный характер.

Заметим попутно, что и аппарат управления сам тоже нуждается в управлении, служит объектом самоуправления.

На полюсы (входы и выходы) как всей системы, так и ее подсистем поступает информация, обусловленная внешними и внутренними воздействиями. В ходе выполнения движений эти воздействия неминуемо изменяются. Поэтому изменяются и потоки информации.



**Рис. 10.** Циклическое взаимодействие в управлении движениями (по Н.А. Бернштейну)

Спортсмен находится во взаимодействии не со всем окружением, не со всей внешней средой, а с ее известной частью. Назовем ее **полем действия** и выделим на нашей схеме (см. рис. 8). Во время спортивной деятельности поле действия может изменяться: расширяться, суживаться, преобразовываться. Отчасти это происходит независимо от самого спортсмена и его желаний. Но вместе с тем он в состоянии и сам изменять свое поле действия. Он может ограничивать восприятие среды (сенсорное поле) и сферу воздействия (моторное поле) или, наоборот, значительно их расширять.

Анализ действий спортсмена в определенном, ограниченном поле действия позволяет конкретнее изучить условия его деятельности. Отсюда и могут вытекать обоснованные советы: что воспринимать, что и как делать, как управлять своим воздействием на окружение, как его изменять.

Надо подчеркнуть, что в поле действия (сенсорное) входит и так называемая «психологическая среда» (например, на соревнованиях), а не только внешнее, силовое поле.

Итак, обратные связи от поля действия обеспечивают движение информации об окружении спортсмена и об эффекте действия системы движений. Они важны и до действия, и в процессе его, и к его окончанию. Обратные связи от органов чувств внутренней среды организма информируют мозг о состоянии самого аппарата исполнения и ходе его изменений во время действия. Внешние и внутренние обратные связи обеспечивают целенаправленное и контролируемое действие спортсмена.

Различают обратные связи положительные и отрицательные. **Положительные обратные связи** усиливают эффект системы («хорошо, правильно, действуй сильнее!») Например, нападающий успешно продвигается к воротам противника и видит, как согласованно действуют другие игроки нападения; он продолжает атаку. **Отрицательные обратные связи**, наоборот, направлены на снижение эффекта («нет, не то, довольно, перестань!») Например, нападающий видит, что он может попасть в положение «вне игры» и предпринимает соответствующие действия. В быстротеменяющейся деятельности спортсмена этих связей – огромное количество; их роль во время выполнения движений очень подвижна, изменчива. Заметим, что положительная и отрицательная обратные связи осуществляются по одним и тем же каналам.

Отрицательные обратные связи чаще всего обеспечивают сохранность, постоянство системы (гомеостаз); они как бы пресекают начавшееся нарушение равновесия. А положительные обратные связи способствуют достижению изменчивой цели (Н.Т. Абрамова, 1968); они действуют как ускорители процесса изменения, приспособления к достижению цели.

Такова простейшая схема **самоуправляемой** системы. Однако такие системы только либо сохраняют заданное состояние, либо строго выполняют заранее заданную линию поведения (программу).

В сложных системах, да еще в меняющейся среде, создать заранее точную программу поведения невозможно: возникает множество возможностей, вмешиваются и многочисленные помехи.

В таких условиях применяются системы с **самоастройкой программы** (экстремальные системы); они сами ищут наиболее выгодную программу (Е.П. Попов, 1962). В процессе работы происходит поиск наивыгоднейших путей достижения цели

(программа). Значит, программа не задана полностью заранее. И, кроме того, остается еще задача: выдерживание этого наиболее выгоднейшего поведения...

В теории автоматического регулирования и управления рассматриваются еще системы с **самонастройкой параметров**, т.е. основных характеристик системы. Скажем, если изменяются условия работы системы, то она перестраивает свои корректирующие устройства, т.е. становится способной лучше вести управление в новых условиях. Различают самонастройку непрерывную (по ходу процесса) и ступенчатую. Последняя осуществляется не постоянно, а лишь тогда, когда условия заметно изменились и свойства системы перестраиваются скачком, «ступенькой». Для высокоорганизованных систем как раз более свойствен скачкообразный характер изменения свойств их структуры (Л.А. Петрушенко, 1967, стр. 69). Этому способу совершенствования работы системы (ультрастабильные системы) особое внимание уделял крупнейший биокибернетик У. Эшби (1962).

Ступенчатые механизмы (по У. Эшби, там же) действуют на основе особого вида обратной связи, называемой **вторичной**. Они вызывают изменения относительно редко – тогда, когда условия потребуют существенного изменения свойств системы. Например, изменяется возбудимость соответствующих элементов или проводимость путей.

**Первичная** же обратная связь действует постоянно, часто, тонко откликаясь на все текущие перемены в ходе движения, состояния организма и поля действия. Следовательно, кроме обычного, замкнутого, основного контура управления в таких системах имеется еще замкнутый контур самонастройки параметров.

Наконец, различают еще системы с **самонастройкой структуры**; их называют также **«самоорганизующиеся системы»**. В таких системах по ходу их работы может изменяться взаимодействие их структурных элементов; возможно их включение, выключение, переключение и т.д. Скажем, спортсмен может контролировать ход движения зрением, или мышечным чувством, или даже на слух. Входящие в систему движений элементы могут изменяться, изменять свои взаимодействия, возможна их взаимозамена, создание лучших вариантов. В самоорганизующейся системе ее структура не обязательно задана заранее. Она выявляется в результате поиска, проб и оценок результатов. Если ультрастабильная система изменяется по ходу самого действия довольно быстро, то самоорганизующаяся система совершенствуется в течение достаточно

продолжительного времени. Процесс этот более сложный и более длительный.

Все перечисленные типы системы управления (самонастройка программы, параметров и структуры) характерны для человека. Это все системы самоизменяющиеся или адаптирующиеся (самоприспосабливающиеся). В разных случаях различные функции по разному типу подвергаются самонастройке. Наиболее характерен и ценен последний тип – самоорганизация системы. Недаром на конференции по самоорганизующимся системам (США, май, 1959) открывающий заседание обратился к аудитории с шуткой: «Здравствуйте, самоорганизующиеся системы!» (сб. «Самоорганизующиеся системы», 1964).

Не следует только думать, что принципы действия перечисленных систем так просты, как это здесь изложено. На самом деле У. Эшби, разбирая в 1961 г. (на симпозиуме по самоорганизации) принципы самоорганизации, подчеркнул, что, несмотря на уточненность основных понятий, мы почти ничего не знаем, что происходит в мозге в течение длительных перестроек его свойств, каковы механизмы памяти, которые лежат в основе совершенствования его работы (сб. «Принципы самоорганизации», 1966, стр. 340–342).

Попытки применить теорию автоматических систем для исследования некоторых физиологических проблем показали, что методы этой теории пригодны только для изучения наиболее примитивных автоматических систем. Отдельные частные биологические вопросы еще можно решать с их помощью. Но в серьезных основных проблемах управления жизненными процессами нужны новые, более сложные методы, которые сейчас уже начинают разрабатываться (Ф. Гродинз, 1966).

В современной теории автоматического регулирования и управления понимание этих двух процессов в основном довольно определено (Л.А. Петрушенко, 1967, стр. 14). Но эти термины применяются в обиходе часто не очень строго. Внесем уточнения, которые позволят правильно их понимать.

Управление – это процесс, который приводит к намеченной цели, «что бы это ни значило». Цели могут быть заранее поставлены и могут возникать на отдельных этапах (подцели этапов) достижения далекого общего конечного задания.

Сейчас принято не отделять автоматическое регулирование от управления. Регулирование – это изменение регулируемой величины по какому-либо заданию. Если задается поддерживать ре-

гулируемую величину строго постоянной, применяется **система стабилизации**. Когда необходимо изменять величину по определенному, заранее известному закону (программа), применяются **программные системы**. В **следящих системах** регулируемую величину изменяют по неизвестному заранее закону, следя за любыми фактическими сдвигами (В.И. Костюк, 1966).

Все задачи – стабилизации, программного регулирования и слежения – встречаются в системе управления движениями. В несамонастраивающихся системах значение регулируемой величины заранее задано либо постоянным, либо изменяющимся по определенной программе во времени; в следящих системах оно задается извне по ходу самой работы.

Как уже упоминалось (а это полезно еще раз подчеркнуть), живые организмы в меняющейся среде не могут иметь заранее заданную, строгую, определенную программу, разработанную во всех деталях, а если бы даже и имели, то не могли бы ее выполнить. Но способы регулирования несамонастраивающихся систем они тоже используют. Для подобных сложных динамических систем необходимо их самоизменение по ходу работы (программ, параметров, структуры). Поэтому различают самопрограммирование, самонастройку (ультрастабильность по У. Эшби) и самоорганизацию. Такое деление несколько упрощено; существуют и другие, более сложные классификации с несовпадающей терминологией. Однако мы в очерках будем применять эту упрощенную классификацию самоизменяющихся (адаптирующихся) систем (рис. 11).

Главное здесь – различные способы, пути самоприспособления системы.

Рассмотрим теперь подробнее основные биомеханические особенности аппарата исполнения в схеме самоуправляющейся системы – органов движения спортсмена. Отвлекаясь от конкретных анатомических особенностей, остановимся только на принципиальных чертах, важных для управления.

Части тела спортсмена (руки, ноги, туловище и т.д.) представляют собой кинематические (подвижные) цепи звеньев. Подвижных звеньев у человека более двухсот.

Многозвенность системы органов движения человека – вот первая ее особенность. Звенья тела имеют различные размеры, различные массы, различные моменты инерции (распределение масс относительно оси вращения). Кинематические цепи могут укорачиваться и удлиняться при сгибании и разгибании в суста-

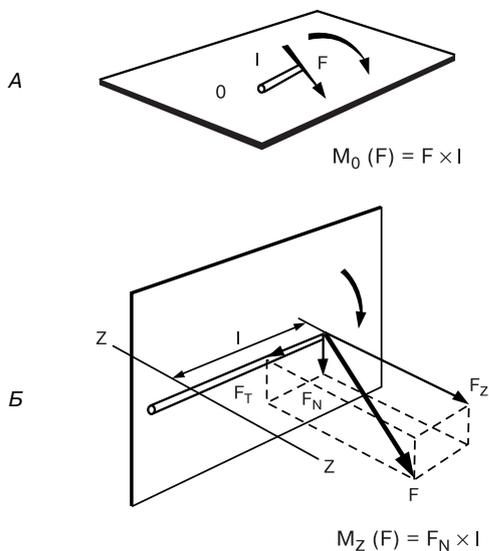
вах. Значит, их моменты инерции как меры противодействия при ускорении тоже переменны. Движения в суставах происходят вокруг осей суставов – это вращательные движения. Поэтому звенья тела передают действие сил на расстояние, как рычаги. Известно, что с движением костного рычага обычно изменяется угол приложения силы к рычагу, стало быть, изменяется и расстояние от линии действия силы до оси сустава (плечо силы).



**Рис. 11.** Системы автоматического регулирования с изменениями (по Е.П. Попову)

Значит, момент вращения силы, т.е. мера ее действия (момент силы = сила × плечо силы) тоже изменяется (рис. 12).

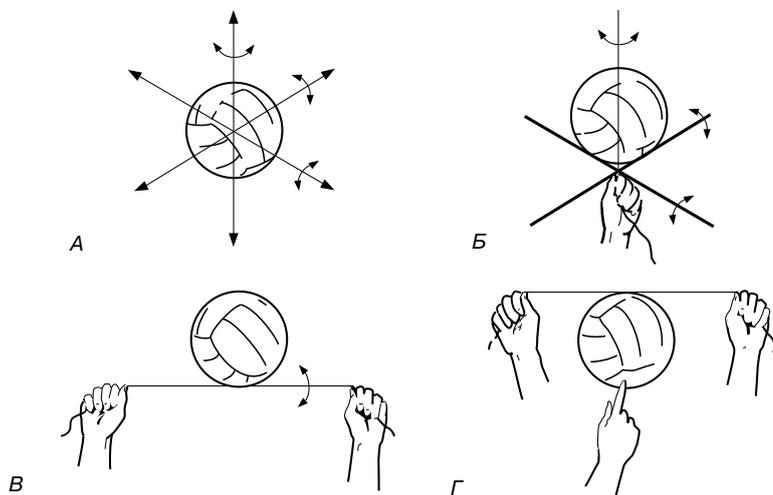
А в кинематических цепях рычаги составные, с переменным числом подвижных звеньев. То движение выполняется во всех суставах, то часть суставов зафиксирована мышцами, и вместо цепочки звеньев получается как бы одно длинное выпрямленное либо согнутое звено. Одним словом, имеется машина с переменным числом и формой деталей!



**Рис. 12.** Момент силы относительно:  
 А – точки О; Б – оси «ZZ»

Далее остановимся на **многостепенности** подвижности в этих цепях. Совершенно свободное тело может двигаться вдоль трех основных осей трехмерного пространства: 1) вверх-вниз; 2) вправо-влево и 3) вперед-назад, а также вокруг каждой из этих осей. У свободного тела, которое может двигаться без ограничений, имеется 6 возможностей, или степеней свободы движения (рис. 13). В большинстве суставов тела имеется по три (шаровидные суставы) и по две (седловидный, эллипсоидные суставы) степени свободы; одноосных же суставов совсем мало. Если суммировать степени свободы всех суставов, то их будет 105! Трудно представить себе бесчисленные возможности комбинаций всех траекторий движений во всех суставах. В действительности человек использует ничтожную долю всех теоретически мыслимых возможностей. А в спортивной технике ограничения еще больше. И все же и для спортсмена число возможных вариантов огромно. Отсюда вытекает важнейшее требование в управлении движениями – **выбор!** Выбор необходимой траектории движений для каждого сустава. Как это происходит, станет несколько яснее позже; а сейчас запомним: необходим выбор движения из бесчисленного множества возможностей!

И как раз проблема выбора и явилась тем решающим моментом, с которого начинаются новые пути в понимании активности живых организмов. Совершенно особую роль в управлении играют мышцы. Источник энергий движений спортсмена не сосредоточен в одном месте (как, например, подвод электроэнергии по кабелю), а распределен по всему телу. Мышечное оснащение организма человека можно назвать **многомоторным**. Свыше 600 мышц переходят с одних звеньев на другие через суставы (через один, два и более). Эти мышцы обладают многими свойствами: механическими – упругость (возникновение упругих сил, сопротивляющихся деформации – растягиванию мышцы); вязкостью (внутреннее трение, замедляющее как растягивание, так и сокращение мышцы); биологическими – возбудимостью. Вследствие действия раздражителя (в основном команды – нервные импульсы, передающиеся по двигательным нервам) изменяются упруго-вязкие свойства мышцы. Любопытно отметить, что в многоосном суставе заключены возможности как бы множества одноосных суставов; сустав один, а работает как множество более простых. «В общем получается огромная выгода: один и тот же органический сустав может выполнять последовательно функции нескольких механизмов. Осуществление же механизма и переход



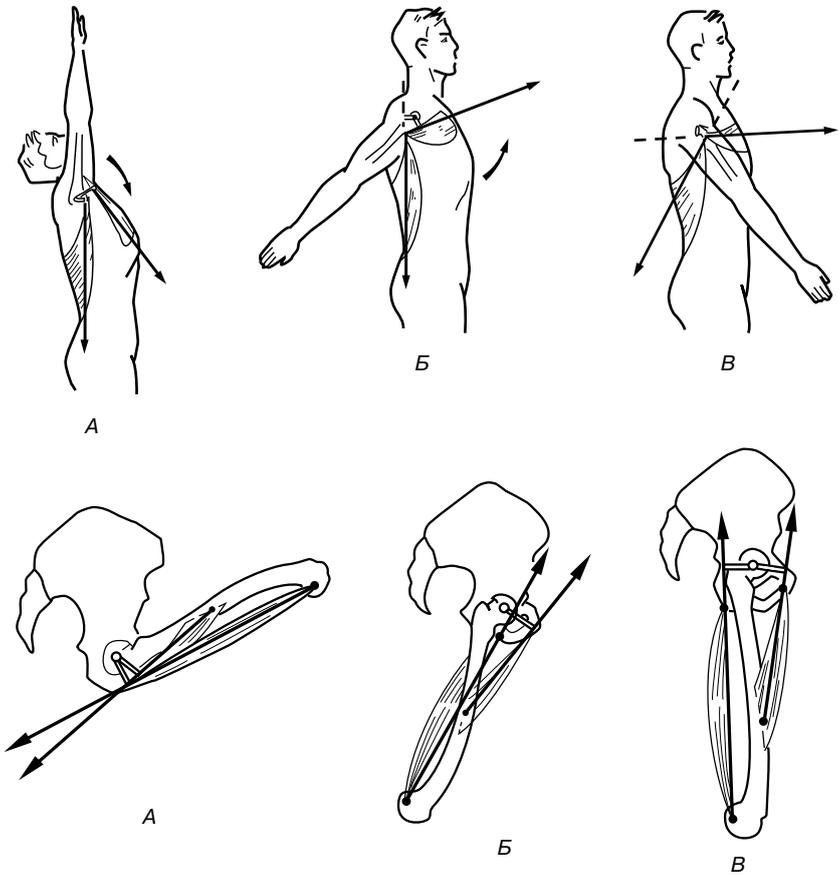
**Рис. 13.** Количество степеней свободы движения:

- А* – свободное тело (6 степеней); *Б* – закреплена одна точка (3 степени);  
*В* – закреплены две точки (1 степень); *Г* – закреплены три точки  
 (подвижности нет)

от одного механизма к другому достигается распределением и дозированием тонуса, возбуждения и торможения в мышцах», – заключает А.А. Ухтомский (1952, стр. 148). В известной степени и мышца как один орган может работать как множество сменяющих друг друга источников механических сил тяги...

Как правило, мышцы не функционируют изолированно, в одиночку. Всегда они действуют группами, взаимодействуют в своей группе, сами группы также взаимодействуют друг с другом. Оказывается, мышцы располагаются вокруг суставов очень сложно. Одна и та же мышца в одном и том же направлении движения может, например, сначала сокращаться, а при продолжении того же самого движения растягиваться (рис. 14). При любом движении имеются мышцы, которые благодаря этому движению растягиваются (антагонисты). Растягиваясь, антагонисты совершают уступающую работу. А когда они остановят звено и сдвинут его обратно, то начнут сокращаться (укорачиваться) и совершать преодолевающую работу уже как синергисты. Так вот, при каждом движении есть мышцы-антагонисты, уступающие движению; а в активных движениях действуют мышцы-синергисты, совместно тянущие звено в свою сторону. Только в одноосных суставах имеется постоянный антагонизм (сгибатели–разгибатели). А в многоосных суставах одна и та же мышца входит то в группу синергистов, то становится антагонистом своим бывшим союзникам.

Изучая взаимодействие мышц, Н.А. Бернштейн выделил три группы сил, действующих на звенья тела: 1) силы, вызываемые тягой мышц; 2) силы, вызываемые внешними телами (внешнее силовое поле); 3) реактивные силы, вызываемые взаимодействием звеньев в кинематических цепях (толчки, рывки, встряхивания и т.п.). Последние силы зависят от многозвенности и многостепенности подвижности цепей. Дело не в том, что эти силы могут быть очень велики, а что они как бы «переливаются» по цепям, образуют «волны», которые сталкиваются, суммируются, отражаются, взаимно гасятся (интерференция), раскачивают систему, действуют на мышцы, сбивают звенья с траектории, лишают движения плавности, слитности, точности. Эти силы неизбежны, и в основном их невозможно предусмотреть во всей совокупности. Если учесть, что мышцы взаимодействуют по предельно сложным «правилам», да еще внешние силы составляют такое мощное препятствие для движений спортсмена, то «добавка» реактивных сил заставит любое проектное бюро отказаться от расчета проекта программы управления...



**Рис. 14.** Смена функций мышц:

*A* – движение назад; *Б* – движение вперед; *B* – фиксация

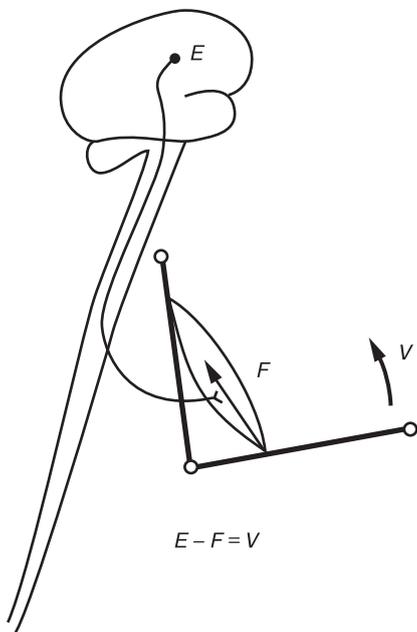
Мы подходим к важнейшему научному открытию Н.А. Бернштейна, на котором сейчас основывается современное понимание управления движениями. Речь идет о так называемой **«неоднозначности импульса и движения»**, о функциональной неоднозначности связи между двигательным центром и периферией, между импульсом (командой) и эффектом (движением) (1935, 1940). Раньше считали, что каков импульс (*E*), посланный по нерву к мышце, таково и напряжение мышцы (*F*), а каково напряжение мышцы – таково и движение (*V*) (рис. 15). На самом же деле, как показал Н.А. Бернштейн, однозначной связи здесь нет.

Напряжение мышцы зависит не только от импульса, но и от ее упругих сил, которые изменяются при растягивании и укорочении мышцы. Далее, само напряжение мышцы вызывает силу ее общей тяги, которая складывается со всеми силами, приложенными к звену. Главный момент всех сил, приложенных к звену (суммарное действие всех сил), вызывает угловое ускорение звена. Но оно может возникнуть в разные фазы движения звена. Иногда достаточно 1–2 сотых секунды, чтобы движение сменилось на возвратное, тогда и ускорение будет иметь разный эффект.

Схематически эту зависимость можно изобразить так (рис. 16): импульс ( $E$ ) и длина мышцы ( $l$ ) определяют напряжение мышцы ( $F_M$ ). Момент этой силы [ $M_o(F_M)$ ] вместе с моментами всех других сил, приложенных к звену [ $M_o(\Sigma F)$ ], определяют ее угловое ускорение ( $\epsilon$ ). И лишь в зависимости от начальной скорости ( $\omega_0$ ) в момент напряжения мышцы при данном ускорении ( $\epsilon$ ) определится действительная скорость звена ( $\omega_t$ ). Если просуммировать все равенства по схеме, то видно, что действительная скорость звена ( $\omega_t$ ) зависит от совместного действия всех факторов, обозначенных в левой части равенства.

$$\begin{array}{l}
 E + l = M_o(F_M) \\
 M_o(F_M) + M_o(\Sigma F) = \epsilon \\
 \epsilon + \omega_0 = \omega_t \\
 \hline
 E + l + M_o(\Sigma F) + \omega_0 = \omega_t
 \end{array}$$

**Рис. 16.** Неоднозначные зависимости между импульсом и движением (объяснения в тексте)

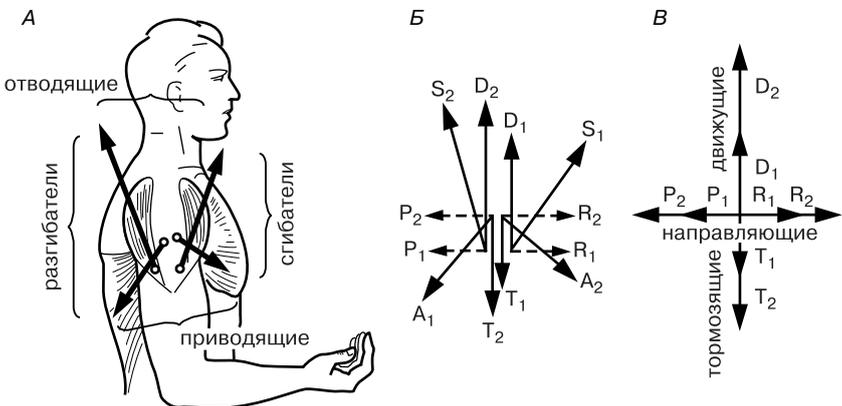


**Рис. 15.** Неверное представление об однозначной связи между нервным импульсом (командой  $E$ ) и движением ( $V$ )

Сейчас достаточно известно, что обратные связи позволяют информировать аппарат управления о всех этих факторах и их изменениях. Тогда эффекторные импульсы (команды) будут соответствовать обстановке и вызовут необходимое движение. Казалось бы, все просто. Но детальный физиологический механизм такого управления по обратным связям еще точно не установлен; трудности здесь чрезвычайно велики.

Представим себе схему совместной тяги двух мышц-синергистов ( $S_1$  и  $S_2$ ), направленную вверх (рис. 17). Они вызовут движущую тягу вверх ( $D$ ). Две мышцы-антагонисты ( $A_1$  и  $A_2$ ) при растягивании будут напрягаться и вызовут тормозящую тягу, направленную вниз ( $T$ ). От соотношения тяг  $D$  и  $T$  зависит величина скорости движения вверх. Но силы  $S_1$  и  $A_1$  (кроме тяги вверх и вниз) тянут назад; а силы  $S_2$  и  $A_2$  тянут вперед. Если тяги назад и вперед будут равны, то движение не уйдет ни назад, ни вперед. Обе последние тяги регулируют направление скорости.

Теперь представим себе, что одна из четырех сил почему-либо стала больше или меньше, чем надо. Как должны остальные тяги изменить свою величину, чтобы сохранить прежнее направление и величину скорости? А если все 4 мышцы дадут неточную силу тяги? Как теперь сохранить требуемые направления и скорость движения? А если мышц не 4, а, как в плечевом суставе, – 11 или в тазобедренном – 21?



**Рис. 17.** Образование двигательного механизма в многоосном суставе:

А – распределение мышц группами по функциям;

Б – группировка синергистов ( $S_1$  и  $S_2$ ) и антагонистов ( $A_1$  и  $A_2$ );

В – антагонистические тяги регуляторы величины и направления скорости

Добавим еще, что разные мышцы по ходу движения с разной скоростью сокращаются и растягиваются, и изменяют поэтому свое напряжение. Отдельные мышцы включаются и выключаются, переходят из одной группы в другую, сменяют преодолевающую работу на уступающую, и наоборот. И все это – часто за сотые доли секунды. Наконец, приведем твердо установленные факты запаздываний при передаче механических усилий в многозвенных цепях, при амортизации в упруговязких мышечных группах. Исследования динамограмм, кинограмм и электромиограмм показали, что сначала выключается электрическая активность мышцы, а сила ее еще действует. Далее контакт, например, лыжи со снегом, еще сохраняется, а давление на лыжу упало уже до нуля (Х.Х. Гросс, А.А. Макаров). Еще надо добавить, что приход самих импульсов к мышце запаздывает из-за времени, потраченного на его прохождение...

Прибавьте к этому меняющееся внешнее силовое поле и в особенности необычайно разнообразные и многочисленные реактивные силы, возникающие при ускорениях. Учтите, что ускорения в движениях тела спортсмена из-за изменения главных моментов<sup>6</sup> в суставах, из-за изменения суммарного действия всех сил на звено сами чрезвычайно изменчивы. Как в этой «обстановке» управлять при помощи многих мышечных сил многозвенной, многостепенной системой кинематических цепей для того, чтобы точно выполнить сложную двигательную задачу?

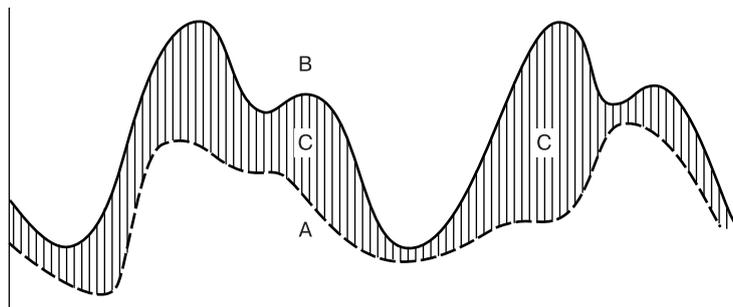
В интереснейшей статье Н.А. Бернштейна «Проблема взаимоотношений координации и локализации» (1935), где впервые дано глубокое обоснование принципа неоднозначности, приведен очень выразительный рисунок (рис. 18). Внизу – неритмическая кривая изменений внешних сил (*A*); вверху – суммарный ритмический результат действия всех сил (*B*); а между этими кривыми (заштрихованная площадь *C*) – импульс, дополняющий кривую *A* до результата *B*. Обратите внимание, как различна эта управляющая «добавка» мышечного действия в рядом расположенные моменты времени. И подумайте еще раз, каковы сложнейшие взаимодействия в глубине этих и так беспокойных волн.

Из всего, о чем только что говорилось, Н.А. Бернштейн сделал глубоко принципиальный вывод, «движение возможно лишь при условии тончайшего и непрерывного, **не предусмотренного зара-**

---

<sup>6</sup> Главный момент в суставе равен по действию сумме действий моментов всех мышечных сил этого сустава.

нее согласования центральных импульсов с явлениями, происходящими на периферии тела». По сигналам вносятся поправки в ход движения (сенсорные коррекции), без которых невозможно управление. Это, по существу, обоснование принципа обратной связи в результате анализа управления движениями.



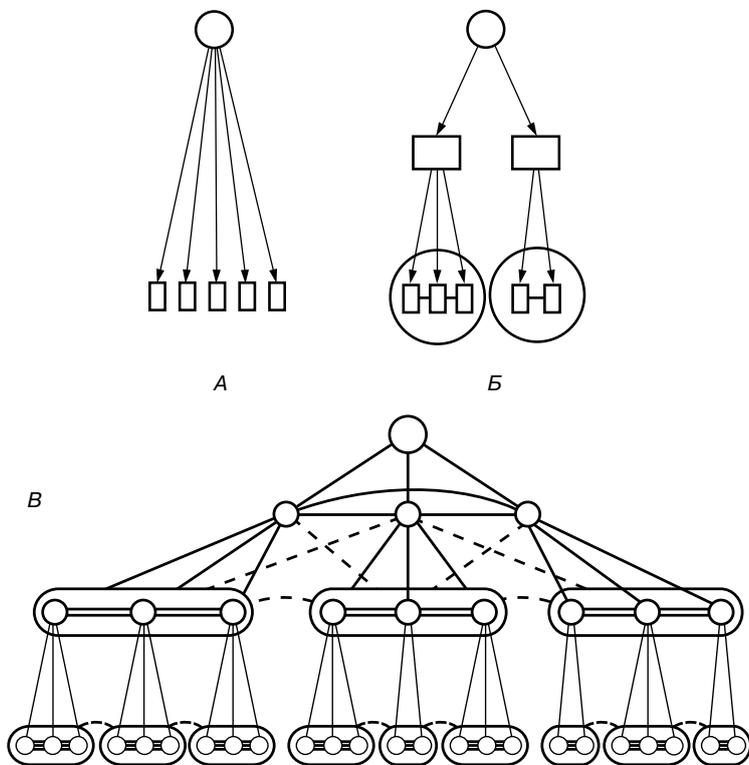
**Рис. 18.** Мышечные (управляющие) «добавки» (C) в общей динамике (по Н.А. Бернштейну)

Возвращаясь к ранее сказанному, еще раз напомним, что элементарные суставные движения всегда объединены в подсистемы все более высоких порядков, все более укрупненных. Получаются своего рода «блоки», которые объединены в целостную систему. Без таких объединений, которые подчиняются друг другу, управление каждым самым малым элементом прямо, так сказать, сверху, из какого-то «верховного» центра было бы невозможным (рис. 19).

Все подсистемы находятся во взаимодействиях и по вертикали (более мелкие подчиняются более крупным объединениям) и по горизонтали (подсистемы одного или близких порядков). Чем дальше вниз, тем теснее связи в подсистемах (рис. 19, B). Они связаны многочисленными и сложными каналами связи, по которым происходит движение **информации**.

Информация – душа управления. Отнимите у любой системы информацию – и она погибнет как управляемая система. Без информации управление невозможно.

Что же такое информация? В житейском смысле это просто осведомление о чем-нибудь. Как часто бывает со сложными и новыми понятиями, в кибернетике в разных определениях отмечаются разные стороны этого сложного понятия и пока еще нет общепринятого единого определения.



**Рис. 19.** Управление:

*A* – прямое; *Б* – не прямое (блочное); *В* – многоступенчатое

Довольно просто определяет информацию Г. Грневский (1964): «...под информацией здесь будем понимать всякий сигнал, всякое сообщение, всякое разрешение, всякое запрещение, всякий приказ» (стр. 31). Несколько определеннее рассматривают ее В.В. Парин и Р.М. Баевский (1966): «это сообщение о событиях, происходящих внутри самой сложной системы и во внешней среде» (стр. 15). Н. Винер понимает информацию как обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособливания к нему наших чувств. Процесс получения и использования информации является процессом нашего приспособления к случайностям внешней среды и нашей жизнедеятельности в этой среде (1958, б, стр. 31). Иначе говоря, информация есть форма связи между управляющим и управляемым объектами.

Важно подчеркнуть, что информация есть мера **неоднородности** распределения материи и энергии в пространстве и во времени, мера изменений, которыми сопровождаются все протекающие в мире процессы (В.М. Глушков, 1963). Неоднородность или некоторая упорядоченность могут рассматриваться как противоположность неупорядоченности, хаосу системы (энтропия). Известный физик Больцман в теории статистической физики вывел формулу определения количества энтропии. Оказалось, что она полностью совпадает с формулой количества информации, полученной впоследствии одним из создателей основ математической теории информации К. Шенноном (1963, стр. 260)<sup>7</sup>. Если энтропия характеризует хаос системы, то обратная величина – негэнтропия (Э. Шредингер, 1947) – характеризует ее упорядоченность. Отсюда делается вывод, что информация, как и негэнтропия, есть мера упорядоченности той или иной системы (П.Б. Новик, 1963).

При помощи математических расчетов можно определить **количество** информации как меру того количества **неопределенности**, которое **уничтожается** после получения сообщения. Иначе говоря, информация – это мера определенности в сообщении, отражающая известный порядок, организацию, упорядоченность.

Но если возможно подсчитать количество информации (в элементарных единицах – битах), то оценка ее качества, ее значения – безмерно сложная задача. В сложных системах часто очень «слабое» воздействие благодаря механизму усиления, мобилизации внутренних запасов (следов) информации (У. Эшби) может привести к огромным по масштабу и значению последствиям. Без механизма усиления невозможно управление (В.И. Корюкин, 1965).

В философском понимании информация есть свойство определенным образом организованной материи, специфическая форма связи (Л.А. Петрушенко, 1964). В этом смысле информация – важнейшая сторона, центральная характеристика **отражения** (В.С. Тюхтин, 1967) как способности, присущей всей природе, родственной ощущению, но не тождественной с ним. В свете ленинской теории отражения информация – это сторона отражения в живой и «искусственной» (информационные системы, созданные человеком) природе (Н.И. Жуков, 1963). Тогда, естественно, количество информации есть мера упорядоченного отражения; информация используется для изменения, упорядочивания си-

---

<sup>7</sup> Вероятность можно рассматривать как степень необходимости в возможном (В.И. Корюкин, 1965).

стемы, внесения в нее определенности, короче говоря, для управления.

В.М. Глушков считает информацию столь важной для управления, что определяет кибернетику как науку об общих законах преобразования информации в сложных управляющих системах (1964, стр. 53). О том, что А.Н. Колмогоров определяет кибернетику как науку о восприятии, хранении, переработке и об использовании информации в управляемых системах, уже говорилось выше.

Важная особенность информации – **новизна** сообщения, ранее неизвестного. События, о которых сообщает информация, заранее непредвидимы, они носят случайный характер. Как изменение энтропии, увеличение негэнтропии имеет статистический, вероятностный характер, так и информация, связанная со случайными явлениями, имеет **вероятностный** характер. Правда, начинают разрабатываться и нестатистические подходы к теории информации, но в них еще мало убедительных данных (А.Д. Урсул, 1967). Измерение энтропии и информации производится одной и той же мерой. Какое-либо событие несет тем большую информацию, чем больше его энтропия как неупорядоченность, неопределенность. Если же событие очень «упорядочено», все про него известно, то о чем же может сообщить информация?

Таким образом, информация – это сообщения о состоянии и изменениях среды и организма, отражающие их упорядоченность и несущие в себе определенность, воспринимаемые и вызываемые системой (организмом) и используемые для управления; эти сообщения имеют вероятностный характер.

Информация не материальна, это не сама материя, т.е. не вещество и не энергия, а свойство материи. Но она всегда имеет материального носителя. Информацию несет **сигнал** как определенное изменение этого материального носителя. Это изменение происходит под воздействием какого-либо физического тела или энергии как источника информации. Форма сигнала определяется его носителем и тем, каким способом он переносит содержание информации (модуляция и кодирование).

Например, по нерву проходит нервный импульс; это значит, что имеют место своеобразные электрические и физико-химические изменения в нервной ткани. Импульс служит сигналом, он несет в себе информацию; носителем сигнала будут соответствующие биологические и физико-химические процессы. Если изменяется сообщение, то меняется и сигнал, изменяется во вре-

мени та или иная его характеристика (амплитуда импульсов или их частота, или фазы, или их совокупность, комбинации). С изменением силы раздражения, например, может изменяться частота импульса. Такие процессы обозначаются как **модуляции** (модуль по-латински – мера; модуляция – изменение меры).

Например, нервный импульс (сигнал) несет по нерву информацию о полете мяча. Эту информацию доставил к глазу световой луч; в сетчатке глаза произошли особые процессы, связанные с возбуждением. После этого поток информации проявится в мышечном напряжении. Информация, передаваясь по каналу связи, меняет своего носителя. И при каждой его смене происходит превращение сообщения в сигнал; сообщение как бы зашифровывается. Это превращение сообщения в сигнал и называют **кодированием** (код – по-французски сборник условных сокращенных обозначений; кодирование – перевод сообщения на условные обозначения).

Модуляция происходит обычно при данном носителе информации, а кодирование – при смене носителя. Естественно, что в движении сообщения происходят и обратные процессы – демодуляция и декодирование. Например, изменение частоты импульсов вызывает изменение силы (напряжения) мышцы (демодуляция); а нервные процессы, сообщающие о ходе движения руки, приводят к изменению напряжения мышц, влияющих на это движение (декодирование).

Информацию в организме несут не только нервные процессы. Это и «ответ» поля действия на движения спортсмена, это и механические взаимодействия в кинематических цепях тела. Поэтому и модуляция, и кодирование могут иметь самый разнообразный характер.

Как же происходит движение информации в самоуправляемой системе и как оно служит управлению?

Информация поступает на вход системы; происходит ее **прием**. Это далеко не простой процесс (рис. 20). В него входит: 1) поиск информации, иногда весьма сложный; 2) сбор информации (собственно сам прием); 3) классификация – оценка ее и 4) отбрасывание, непринятие ненужной, непригодной информации. Иначе говоря, принимается не вся поступающая на вход информация и принимается не пассивно, а активно. Отсюда вытекает важное требование – научить спортсмена принимать необходимую информацию. Источники информации для спортсмена – его среда (поле действия), его активная деятельность, его собственное

состояние. Принимаемые сигналы не только предваряют реакции во времени, но и направляют их в зависимости от состояния организма (В. С. Тюхтин, 1962).

Далее происходит передача информации (параллельная и последовательная), как правило, с задержкой при перекодировании. В движении по каналам связи информация подвергается переработке. Сигналы проходят кодирование (первичное), перекодирование (передаточное) и декодирование (окончательное). Весь поток сигналов модулируется и демодулируется в соответствии с изменением содержания сигналов. В этот процесс вовлекается практически весь организм.

Физиологические механизмы переработки информации исключительно разнообразны и во многом еще не изучены. Но очень существенно то, что вся информация проходит сложнейший синтез – как при ее приеме, так и при ее движении по внутренним каналам. И в процессе синтеза своеобразно нарушается «золотое правило» теории информации: при передаче информации через канал она никогда не может возрасть... Дело в том, что синтез сообщений и их переработка с использованием внутренней избыточности информации могут дать новый результат, увеличение информации (И. Земан, 1966, стр. 51).

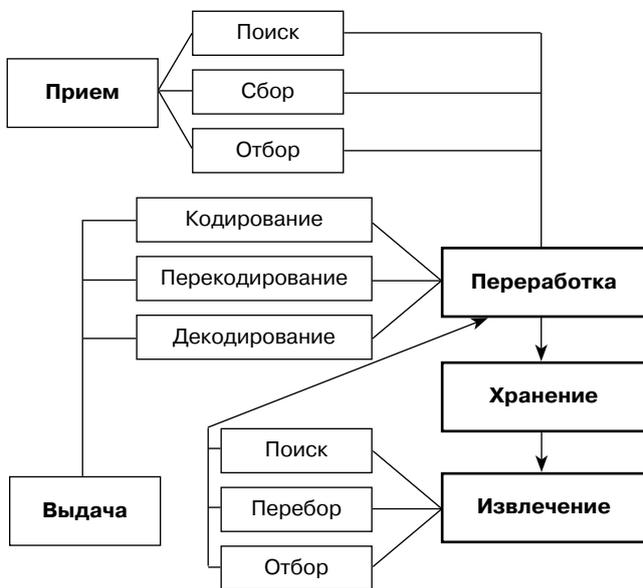


Рис. 20. Движение информации в системе

Наконец, происходит **выдача** информации – это действие спортсмена (в чем бы оно ни заключалось), направленное и на внешнее окружение, и на внутреннее состояние организма. Для выдачи информации необходимо декодирование, т.е. перевод «сообщения на язык действия».

Условимся в этой книге обозначать содержание информации в каналах обратной связи (входная информация) как «сведения», а в каналах прямой связи (выходная информация) как «команды».

Сведения не все полностью перерабатываются в команды. Всегда какая-то их часть (либо небольшая, либо почти всё) переходит на хранение. В кибернетике это хранение называют **памятью**. Память может иметь весьма разнообразный характер и срок (краткосрочная, долговременная). Кибернетическая память это: и запоминаемые человеком мысли (обычно это и называется памятью в психологии), и увеличенные вследствие физических упражнений мышцы, и выработанные («заученные») системы движений. Во всех случаях – это след воздействия, изменения, оставшийся в системе.

Память имеет смысл, если ее раньше или позднее использовать. Наступает **извлечение** информации из памяти. Для этого нужен и поиск, надо перебрать в хранилище памяти и отобрать необходимую сейчас информацию, и своевременно и правильно ее применить, соединить с другими потоками информации.

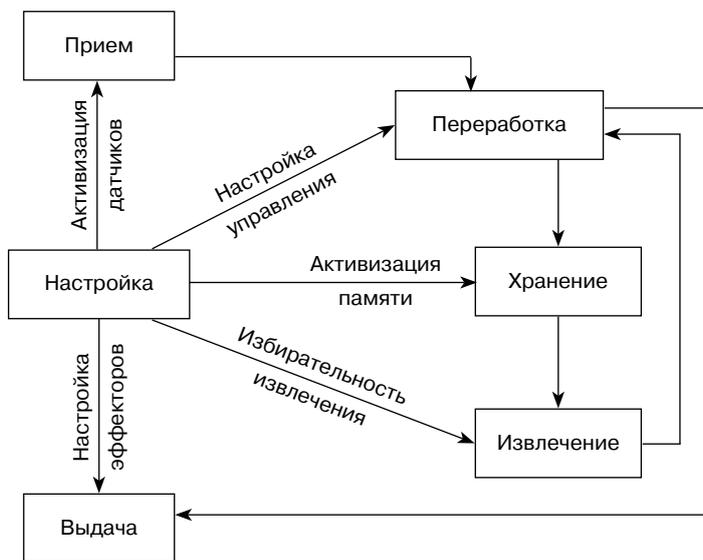
Теперь учтем, что источники информации, которые использует спортсмен, не одиночные, изолированные, а систематизированные, комплексные. Идут не одиночные сигналы, а системы сигналов. И, принимая информацию, спортсмен и анализирует, и синтезирует, объединяет, и обобщает их.

На входе и выходе памяти тоже происходит обобщение. Ясно, что и при выдаче информации идут не миллионы одиночных команд, а их синтезы, имеющие сложнейшее строение. Если вспомнить приводившееся ранее понятие – информационная структура, то можно усмотреть еще один подход к ее определению: как закономерно движутся и преобразуются (трансформируются) и объединяются, взаимодействуя, потоки информации в системе.

Самонастраивающиеся системы под воздействием принимаемых сведений (внешних и внутренних) настраиваются на предстоящую деятельность. Идет настройка входов – изменяется чувствительность и быстрота действия органов чувств; происходит настройка аппарата управления; настраиваются на действие и выходы системы (в нашем случае двигательный аппарат). Наконец,

происходит активизация и памяти – подготовка к извлечению, использованию ранее накопленной информации (рис. 21). Такова предельно сжатая и упрощенная схема движения информации.

Однако движение информации идет не так уж гладко. В сигналы, несущие необходимую информацию, влетаются **помехи**. Помехи – это случайные, побочные сигналы. Источники помех могут лежать вне системы (внешние помехи) или внутри самой системы (внутренние помехи), в том числе вне каналов связи или даже непосредственно в них. Иногда все помехи называют шумами. Но правильнее рассматривать шумы только как один из видов помех (бесконечная последовательность коротких импульсов случайной величины и длительности). От шумов труднее избавиться, чем от других, менее постоянных помех.



**Рис. 21.** Воздействие настроечной информации на систему

Помехами могут быть и посторонние для данной системы сигналы. Когда в линии связи имеется много каналов, и они недостаточно изолированы друг от друга, такие нежелательные сигналы могут поступать не по назначению.

Наконец, сами сигналы при кодировании и модуляции могут искажаться – возможна потеря информации. Она всегда, в большей или меньшей степени, наблюдается при движении информации.

Один из способов борьбы с помехами – избыточность информации. Если даже выпадет, исказится или будет заглушен какой-то сигнал, то избыточная информация поможет восполнить пропущенное. Когда об одном и том же событии сообщают многочисленные сигналы (зрительные, осязательные, мышечного чувства), то они, дублируя друг друга, повышают надежность информации.

Источниками информации служат воздействия. Сама информация – это содержание воздействия (его величина, изменение в пространстве и времени), используемое как средство связи сложных систем. Воспринимая информацию, система строит в себе «модель информации». Модель – это структура, в которой отражено изменение физического воздействия во времени или пространстве (Н.М. Амосов, 1963). Такая модель информации, сложившаяся в нашем сознании, отражает то воздействие, которое мы сознательно воспринимаем. Понятие о модели исключительно важно в управлении живыми системами, и в частности движениями. Без формирования модели информации не осуществляются сложные процессы управления не только на уровне сознания, но и на всех уровнях биологических процессов.

Но спортсмен как система и сам выдает информацию, сам производит воздействие. Модель отдаваемого воздействия – это модель программы.

Программа, программирование – также важнейшие понятия в процессах управления. «Программа – это возможность определенным образом изменять систему в пространстве и времени, заложенная в структуре самой системы и реализуемая при определенных внешних воздействиях» (Н.М. Амосов, там же). Ведь вся тренировка – это и есть повышение возможностей спортсмена, т.е. формирование новых программ.

Применительно к движениям спортсмена программа – это возможность выполнения спортивно-технического приема. Возможность, которая возникла в системе движений спортсмена, в ее структуре в результате спортивной подготовки. Она сформировалась под влиянием систематического обучения и тренировки, складывалась длительно, с большим трудом. И выполнить ее можно лишь при определенных внешних условиях. По песку не поплывешь, по воде не побежишь...

У каждой системы может быть множество программ, но в данный момент выполняется только та, которая вызывается, включается соответствующим воздействием. Поскольку сложные системы имеют свои подсистемы, у каждой подсистемы также есть свои программы. Различают программы частные (восприятия

и переработки информации; хранения и извлечения из памяти; настройки на предстоящее действие; воздействия на среду и др.) и главные, в которых ведущую роль играет определенная особенность предстоящей деятельности системы.

Перечислим некоторые из главных программ подобного рода (по Н.М. Амосову, 1965):

1. Программа предвидения («модель потребного будущего», по Н.А. Бернштейну) – более или менее подробное определение двигательной задачи.

2. Программа подготовки – предварительные изменения, необходимые для эффективности действия как до его начала, так и перед каждой очередной его фазой.

3. Программа выбора – выбор в процессе действия варианта, наиболее соответствующего задаче в зависимости от текущей информации.

4. Программа доминирования – выключение всех побочных и менее пригодных вариантов.

5. Программа слежения – выявление отклонений от оптимальной в данных условиях программы.

6. Программа цели – мобилизация подсистем, способствующих выполнению оптимальной программы при помехах, требующих перестройки действия.

7. Программа усиления – аварийная мобилизация резервных возможностей ради достижения цели, даже и не оптимальным вариантом.

Главные программы складываются, формируются из множества частных (со всеми их особенностями). Хотя и существуют оптимальные (наилучшие) варианты, все же их достаточно много для того, чтобы они не были абсолютно постоянными.

Программы – установленная последовательность возможной работы – имеются у всех машин, созданных человеком. Человек сам вкладывает в них программы либо раз навсегда – при единственной программе, либо различные – при многих, используемых по мере надобности, либо создает самопрограммирующие системы. В живые организмы, в том числе и в человека, программы извне не вкладываются. Они создаются внутри живого организма в результате его развития, под влиянием внешних воздействий.

Программы формируются по правилам переборки информации – алгоритмам.

В.М. Глушков полагает, что даже такая сложная деятельность, как мышление, может быть исследована при помощи последовательных, относительно простых правил – алгоритмов. Правда,

в сложных задачах (типа игры в шахматы) для их решения по точному алгоритму нужно очень большое количество информации и слишком длительное время решения. О.К. Тихомиров приводит такой пример: если проводить полный перебор вариантов при игре в шахматы, то количество их до 30-го хода приближается к  $10^{90}$ , а скорость лучших современных электронно-вычислительных машин достигает всего  $10^{12}$  элементарных операций в год... (1966).

В живых организмах, по-видимому, осуществляется не алгоритмическое, а эвристическое программирование (А.В. Напалков, Ю.В. Орфеев, 1965). Эвристики – правила сокращения поиска решения. Они не требуют исчерпывающей информации; решение получается в укороченные сроки. И, хотя нет гарантии полной эффективности, практически такие решения приемлемы. При этом не происходит полного перебора всех возможных вариантов и даже не сокращается сам перебор (Д.А. Поспелов, В.П. Пушкин, В.Н. Садовский, 1967). Выделяется определенная зона активного поиска, выявляются гипотезы о вероятном ходе процесса и проверяются в ходе дальнейшего поиска. Но возможно и отсутствие определенной зоны поиска, нет даже никаких вариантов, из которых можно выбирать. Создается совершенно новая стратегия действия. К эвристикам относятся: достижение поставленной цели путем выполнения более легких «подцелей»; решение задачи в «общем виде»; решение вначале более простых задач; выбор способа планирования и др.

Первые исследования в этой области А. Ньюэла, Х. Саймона и Д. Шоу в 1956 г. прошли малозамеченными. А сейчас (всего через 10–12 лет) уже многие успешно разрабатывают принципы эвристического программирования для машин и обсуждают их роль в управлении организмами (А.В. Напалков, Ю.В. Орфеев, 1966).

На этом, пожалуй, закончим очень краткий обзор общих основ управления. Он позволит нам теперь перейти к более конкретно-му анализу механизмов управления движениями человека, в частности в спорте.

## **УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯМИ СПОРТСМЕНА**

На IX Всесоюзной конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности (май, 1966) ведущие физиологи спорта пришли к единодушному мнению, что единой теории физиологических механизмов координации движений сейчас еще нет. Различные теоретические системы взглядов отчасти противоречат друг другу. Многочисленные важные

вопросы еще очень неясны. Ряд важнейших положений имеет характер гипотез, мало или совсем не подтвержденных экспериментально.

Но тем не менее уже и сейчас многое достаточно достоверно. А обзор наиболее существенных положений в их взаимосвязи показывает, что мнение об отсутствии единой теории все же несколько преувеличено.

Все двигательные действия человека и животных выполняются в результате напряжений мышц, которые вызваны нервными импульсами, поступающими к мышцам по двигательным нервам из мозга. В простейших случаях движения прямо вызваны воздействиями внешней среды; в сложной деятельности эти воздействия так или иначе влияют на ход движений. И.М. Сеченов в выводах своей диссертации (1860) впервые утверждает: «...все движения, носящие в физиологии название произвольных, суть в строгом смысле рефлексивные». Развивая материалистическое представление Р. Декарта (1596–1650) о рефлексе как отражении, И.М. Сеченов создал стройное учение – рефлекторную теорию, охватывающую не только физиологические процессы, но и психическую деятельность. Изучение им тормозящей и усиливающей деятельности мозга, а также контролирующей роли чувств положило начало разработке проблемы регулирования движений. От взглядов Декарта осталось самое важное: детерминизм – причинная обусловленность рефлексов. Идеи же Сеченова, развитые учеными последующих поколений, и сейчас остаются актуальными и важными для более глубокого и верного понимания рефлекса.

Дальнейшее развитие рефлекторной теории шло двумя путями. Ч. Шеррингтон и другие ученые изучали преимущественно рефлекторные дуги на уровне спинного мозга как основу простых произвольных приспособительных движений. Развитие же идей Сеченова в исследованиях школы И.П. Павлова привело к созданию физиологии высшей нервной деятельности. Изучалось сложное поведение животных, их связь с внешней средой на высшем уровне, связь функций внутренних органов с внешней деятельностью организма.

Схема дуги рефлекса (воспринимающая, центральная и исполнительная части) раскрыла следующее: внешнее раздражение передается в мозг, там происходит передача импульсов на исполнительные аппараты и наступает их ответная реакция; вся реакция осуществляется в виде нервных процессов, происходящих в нервных тканях. Основа рефлекса – замыкательная функция мозга. При замыкании возникают сложные уже хорошо изучен-

ные процессы, связанные с иррадиацией, концентрацией, индукцией, внутренним торможением, динамической стереотипией, и многие другие, о которых в физиологическом плане пока еще мало известно.

И.П. Павлов выделил безусловные, врожденные, рефлексy и выработанные организмом условные рефлексy, основанные на механизме временной связи. Образование условного рефлекса – не простое замыкание, не просто новый контакт, а сложная функциональная перестройка коры больших полушарий мозга.

В спинальных рефлексах, изучавшихся Шеррингтоном, связь между воздействием и реакцией относительно постоянна. В условных рефлексах с изменением условий связь изменяется; она не обязательно однозначна. Реакция на воздействие зависит от прошлого опыта организма, от того, что сигнализирует воздействие, чему оно предшествовало в прошлом. Организм анализирует и синтезирует внешние воздействия и формирует определенную реакцию на отображенное воздействие.

Исследования И.П. Павлова и его последователей выявили множество механизмов нервной деятельности: «простые, врожденные, безусловные рефлексy, начиная со спинномозговых; сложнейшие безусловные рефлексy (инстинкты); рефлексy, связанные с потребностями и эмоциями; условные рефлексy первой и второй сигнальных систем и возможность накладывания субъективных отношений на физиологические явления; регуляция тонуса головного мозга; укороченные условные рефлексy; ситуационные условные рефлексy и др.» (П.С. Купалов, 1963).

При всем богатстве экспериментального материала и яркости идей учения Сеченова–Павлова рефлекторная теория к 1930-м годам из-за выбора объектов исследования и отсутствия соответствующих методов исследования еще не могла подойти во всеоружии к экспериментальному анализу активного воздействия организма движениями на внешнюю среду. Идея И.М. Сеченова о контроле движения чувствованием, о саморегуляции организма нашла новую глубокую разработку только в последующих исследованиях Г.К. Анохина, Н.А. Бернштейна и ряда современных ученых.

Серьезные успехи современной нейрофизиологии в аспекте кибернетики сделали возможным дальнейшее развитие учения о высшей нервной деятельности (см. Ф. Джордж, 1963; Д. Вулдридж, 1965; Г. Мэгун, 1965; Г. Уолтер, 1966, и др.). Был поставлен и разработан вопрос о более сложной схеме рефлекса, чем простая рефлекторная дуга.

Еще И.П. Павлов, установив сигнальное значение условного рефлекса, определил этим его «предупредительную» функцию – приспособление организма к последующим событиям; этим была введена в физиологию категория будущего. Подкрепление условного раздражителя придает ему сигнальное значение и служит основой вероятностного прогнозирования – определения вероятной связи событий в будущем (М.А. Алексеев, 1963, 1966). Тип сигнальной связи едва ли не самое существенное, что отличает живые системы от неживых (Я.А. Пономарев, 1967).

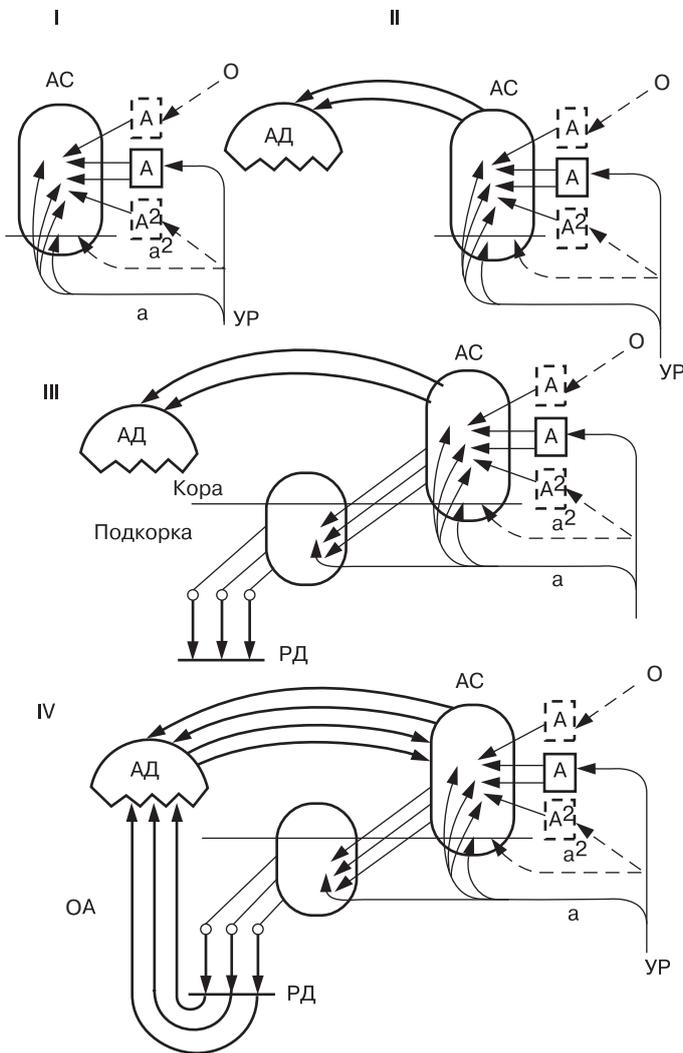
В 1935 г. П.К. Анохин изложил свою концепцию об обратной или санкционирующей афферентации, о сообщениях в мозг, о результате реакции. Логически с этой обратной связью (как теперь говорят кибернетики) соединено и формирование в нервной системе «акцептора действия». Это, по Анохину, аппарат, который принимает обратную афферентацию и сопоставляет ее с тем, что составляло цель данного действия. Далее, по результату действие либо завершится, либо будет продолжаться до более точного выполнения. Таким образом, добавляется «четвертый член» рефлекса – дуга как бы замыкается в кольцо (рис. 22).

Н.А. Бернштейн в том же 1935 г. опубликовал свое открытие о неоднозначности импульса и движения, которое мы уже разбирали. Стало бесспорным, что при однозначности импульса и движения невозможно управлять двигательной деятельностью без афферентации, без чувствительного контроля, без сенсорных коррекций. Н.А. Бернштейн еще в 1934 г. описал два вида кольцевой зависимости – уже знакомые нам периферический и центральный циклы взаимодействия. Так было подробно исследовано то, что 12 лет спустя в кибернетике получило название «обратная связь».

Н.А. Бернштейн (1965), исходя из выдвинутой им теории физиологии и биологии активности, отрицал рефлекторную дугу, считал рефлекторную теорию устаревшей и утратившей прогрессивность.

Самое существенное в этой критике рефлекторной дуги – правильное указание на недостаточность трехчленной дуги рефлекса, если считать, что он зависит главным образом непосредственно от внешней среды и что ответ на воздействия **заранее полностью предопределен** (преформирован).

Самое существенно новое в концепциях Н.А. Бернштейна – это идея о коррекции функций на основе «модели будущего». Гипотеза о «модели будущего» дает единственное объяснение факту коррекций, **формированию реакции по ходу ее становления**, а не по заранее готовому жесткому стереотипу.



**Рис. 22.** Образование функциональной системы (по П.К. Анохину);  
стадии:

- I – афферентного синтеза (АС); II – образования акцептора действия (АД);  
III – формирования действия; IV – обратной афферентации (ОА)  
о его результатах; УР – условный раздражитель;  
РД – рефлекторное действие; О – обстановка

В настоящее время все большее распространение получает подход к рассмотрению нервной системы как устройства, моделирующего внешний мир в специфических изменениях своей внутренней структуры (Е.Н. Соколов, 1964, стр. 242).

В дискуссии по поводу рефлекторной дуги и рефлекторного кольца, по сути дела, было много недоговоренности. Внес ясность в этот вопрос Ф.В. Бассин, кстати сказать, целиком разделяющий прогрессивные идеи Н.А. Бернштейна.

«Если бы сторонники кольца рассматривали рефлекс как нервную структуру, у которой выход замкнут на вход, то ни к чему, кроме абсурда, они, конечно, не пришли. В действительности же, когда мы говорим о «входе», «выходе» и заключенной между ними центральной зоне, то мы имеем в виду не замкнутую нервную, а разомкнутую формальнологическую структуру рефлекторного акта, понимаемого как линейный процесс переноса информации. А идея кольца возникает, когда мы учитываем, что для регулирования функции абсолютно необходим поток импульсов, идущий не только центробежно к эффектору, но и центростремительно от эффектора. Идея «кольца» выражает, следовательно, структуру физиологическую, иннервационную; идея «входа» и «выхода» – структуру формальнологическую, которая на сегодня гораздо более близка представлениям теории информации, чем физиологии. Именно поэтому ни отождествлять, ни противопоставлять эти идеи принципиально недопустимо. В них отражены совершенно разные стороны представления о рефлексе» (сб. «Философские вопросы высшей нервной деятельности и психологии», 1963, стр. 721).

Надо еще добавить, что кольцевой процесс взаимодействия организма и среды замыкается через среду. Следовательно, в кольцо включаются звенья пути не из нервной ткани и по этим звеньям идут не нервные процессы; стало быть, это не рефлекторное кольцо. Таким же образом и проприоцептивный «кольцевой рефлекс» – не рефлекторное кольцо, потому что между окончанием двигательного нерва и соединением чувствительного нерва с той же самой мышцей нет ни нервной ткани, ни нервного процесса; связь не нервная (рефлекторная), а функциональная.

В то же время в нервной системе имеется огромное количество действительно кольцевых путей и кольцевых нервных процессов, описанных очень ярко в 1939 г. А.Ф. Самойловым в статье «Кольцевой ритм возбуждения» (1967, стр. 127). Многочисленные кольцевые нервные связи были известны и ранее (Э.А. Асратян, 1963,

стр. 725-726). Наверное, не нужно смешивать действительный кольцевой путь нервных процессов с кольцевой формой движения информации в системах управления при смене ее материального носителя.

Как в кольцевой схеме управления посредством контрольно-коррекционной афферентации Н.А. Бернштейна, так и в обратной афферентации П.К. Анохина в действительности нет кольцевого нервного процесса. Да и само «кольцо» не может заменить «дугу», так как схема рефлекторного акта гораздо сложнее их обоих. Но представления о функциональной кольцевой связи, бесспорно, дальнейшее и очень важное развитие рефлекторной теории, предвосхитившее идеи кибернетики и нашедшее впоследствии в ней глубокое подтверждение.

Очень серьезное предупреждение высказал Ф.В. Бассин на Всесоюзном совещании по философским вопросам физиологии высшей нервной деятельности и психологии (май, 1962): «тот, кто отказывается от рефлекторной теории в ее философском понимании, отказывается больше, чем от павловского учения: он отказывается от диалектико-материалистического истолкования биологических процессов вообще. Это, безусловно, так, ибо приверженность рефлекторному принципу в его философском понимании (т.е. идея принципиальной зависимости биологических процессов от факторов среды) – это то основное, то самое глубокое, что отличает нас от сторонников идеалистической биологии с ее подчеркиванием имманентности [внутренне присущее организму. – Д.Д.], спонтанности [самопроизвольное, вызванное не внешними, а внутренними причинами. – Д.Д.] и, следовательно, принципиальной арефлекторности жизненных процессов (там же, стр. 720)\*.

Мы задержались на этих вопросах так обстоятельно потому, что еще не полностью изжито неправильное противопоставление рефлекторной теории крайне важным для понимания управления движениями работам Н.А. Бернштейна. Как отмечал М.А. Алексеев в своем выступлении на заседании в МГУ, посвященном трудам Н.А. Бернштейна, этому противопоставлению сам Н.А. Бернштейн давал конкретные поводы. «Ни Бернштейна, ни тем более Павлова нельзя вычеркнуть из современной физиологии... Можно было бы привести много примеров органической связи взгля-

---

\* Имеется в виду сб. «Философские вопросы высшей нервной деятельности и психологии». – *Прим. изд-ва.*

дов Н.А. Бернштейна со взглядами И.П. Павлова. Мне кажется, что дальнейшая разработка принципиальных вопросов регуляции функций в организме невозможна без их объединения» («Вопросы философии», 1967, стр. 147–148).

Особенно подробно значение концепций Н.А. Бернштейна, развивающих современную рефлекторную теорию, проанализировал Ф.В. Бассин (1967).

Таким образом, основой физиологических механизмов координации движений следует считать рефлекторную теорию в ее современном развитии. В деятельности нервной системы отражаются два характерных ее свойства при управлении движениями: системность и приспособительность.

Системность в управлении движениями обусловлена тем, что организм человека – сложнейшая система, включающая широко известные подсистемы: органы движения, пищеварения, кровообращения и др., которые в своей деятельности объединены функциями нервной системы. Внешний мир также является объединением сложных систем, играющих роль комплексных раздражителей. Это настолько установлено и общеизвестно, что говорить об этом здесь больше незачем.

Иное дело, представление о функциональных системах мозга. Здесь много близких, но несовпадающих взглядов.

Еще И.М. Сеченов говорил о складывающихся в нервном аппарате объединениях: «...одновременному определенному комплексу извне всегда соответствует определенная чувственная группа, а последовательному комплексу – чувственный ряд» (1952, б, т. I, стр. 343) – на систему раздражителей отвечает система нервных процессов.

Кто не знает классического определения И.П. Павлова: «...большие полушария в каждый данный момент и есть **система** в состоянии **подвижного равновесия** (*подчеркнуто мною.* – Д.Д.), которую можно было бы назвать стереотипом. Колебания в установленных границах этой системы – относительно легкое дело» (1951, т. III, стр. 114–115). Стереотипия (по-гречески «стереос» – твердый, «типос» – отпечаток), надо полагать, термин неудачный, ибо «твердости» абсолютного «стереотипного» постоянства отпечатков в нем в действительности нет.

В рефлекторной теории стереотипия понимается прежде всего как **системность**, причем системность подвижная (см. выше: «**колебания** в установленных границах»!). Но посмотрим дальше: «тончайшие элементы и моменты скелетно-мышечной

деятельности являются такими же раздражителями [«обратная связь». – Д.Д.], как и раздражения, идущие от внешних рецепторов, т.е. могут временно связываться [включаться в системы. – Д.Д.] как с деятельностью самой скелетной мускулатуры, так и со всеми другими деятельностями организма. Этим достигается разнообразнейшее и тончайшее приспособление скелетно-мышечной деятельности к условиям окружающей, постоянно колеблющейся среды» (там же, стр. 108).

И.П. Павлов выделял две крупные морфологические системы головного мозга: кору и подкорку, и их системные взаимоотношения. В функциональном плане рассматривались первая и вторая сигнальные системы действительности. Сам принцип синтеза, интеграции в деятельности мозга и есть самое яркое проявление системности!

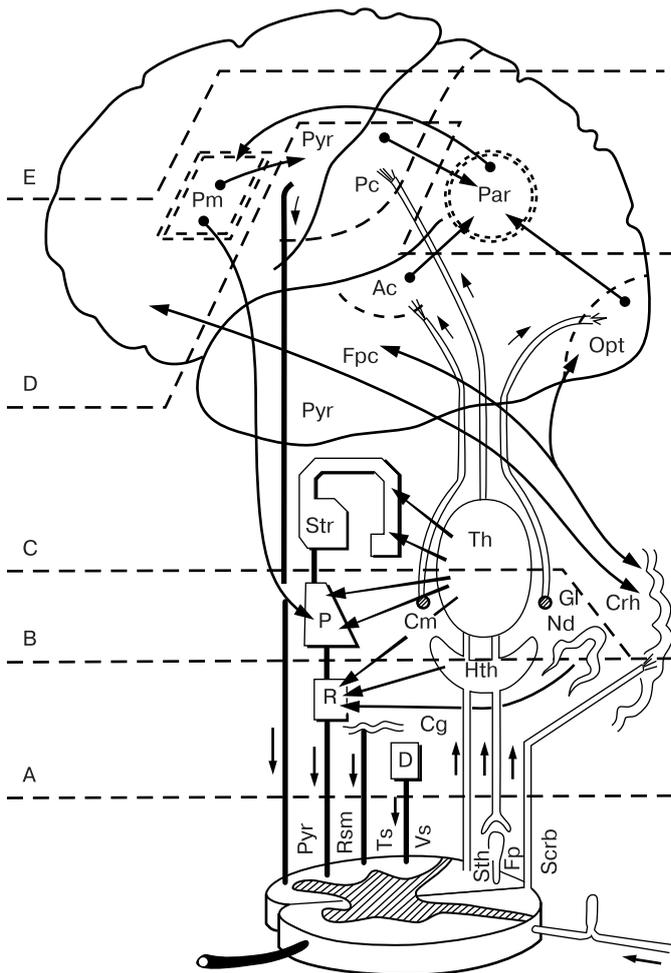
Большой вклад в понимание системности внес А.А. Ухтомский. Прежде всего понятие о доминанте: «под именем “доминанты” у моих сотрудников понимается более или менее устойчивый очаг повышенной возбудимости центров, чем бы он ни был вызван, причем вновь приходящие в центры возбуждения служат усилению (подтверждению) возбуждения в очаге, тогда как в прочей центральной нервной системе широко разлиты явления торможения» (1950). Доминантный очаг как констелляция (греческое «стелла» – звезда; «созвездие») существует только на какое-то время, определяя основное направление и характер деятельности. Касаясь непосредственно двигательной деятельности, А.А. Ухтомский отмечает и в ней системность – «двигательный ансамбль» как проявление системности управления.

В теории функциональных систем П.К. Анохина выражены идеи о задаче, контроле, сличении, коррекции и завершении действия. Правда, существует возражение: выполнение задачи завершается не санкционирующей афферентацией, а требует «сличения» оценки в **центрах**, что влечет за собою или выключение **эффектора**, или переключение его на другую деятельность (С.А. Саркисов, Ф.В. Бассин, В.М. Банщиков, 1963, стр. 32). По мнению этих авторов, конечным членом системы будет все-таки не сигнал с периферии, а как раз деятельность эффектора.

Очень своеобразна и эволюционно обоснована теория Н.А. Бернштейна об уровнях построения движений (1945, 1947), особенно подчеркивающая системность. В центральной нервной системе автор выделяет 5–6 уровней, которые отличаются по

своему строению, по чувствительным приборам (рецепторам), с ними связанным, по афферентационным синтезам, в них складывающимся и определяющим коррекции разных сторон качества двигательного акта (рис. 23).

Уровень А (тонуса), самый низовой уровень головного мозга, регулирует тонус мышечной системы как изменение возбудительных и механических характеристик мышц и влияет снизу на вышележащие уровни мозга.



**Рис. 23.** Уровни построения движения (по Н.А. Бернштейну); символами обозначены ядра и проводящие пути мозга

Далее, уровень *B* (синергий) отражает «схему своего тела» – способствует согласованию работы огромных мышечных масс.

Уровень *C* (пространственного поля) охватывает соразмерность движений человека с окружающим пространством.

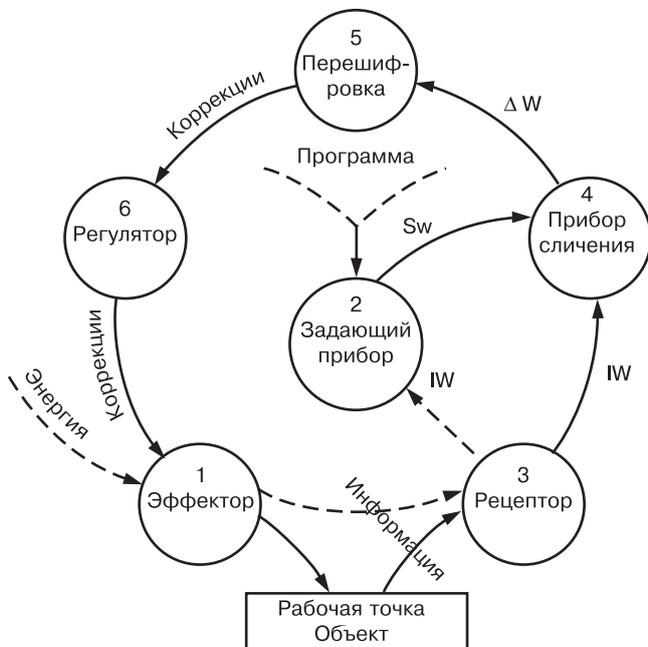
Уровень *D* уже чисто корковый (предметного действия) – в своих синтезах регулирует то, что связано со смысловым содержанием действия. Автор полагает, что в норме у человека почти вся его двигательная деятельность регулируется этим и следующими «высшими символическими уровнями» (*E*) (1961, б, стр. 132).

Все уровни в большей или меньшей степени участвуют в двигательных действиях человека, подчиняясь вышерасположенным и влияя на них, будучи связаны в сложные системы. На каждом уровне при посредстве его чувствительных приборов через соответствующие сенсорные синтезы происходит формирование и использование механизмов коррекции (исправление ошибки).

Блок-система координационного управления (рис. 24), по Н.А. Бернштейну, включает: 1) эффектор или мотор системы (мышцы); 2) задающий элемент блока-схемы – вносит требуемое значение регулируемой величины (образец); 3) рецептор – воспринимает фактические значения регулируемой величины; 4) прибор сличения – определяет рассогласование между требуемым и фактическим значением; 5) прибор центрального перекодирования – переводит сигналы рассогласования в корректирующие (исправляющие) команды; 6) регулятор – усилитель, непосредственно дозирующий поток энергии.

Блок-схема в принципе ясна, но знания о ее физиологических механизмах, по словам самого автора, «чрезвычайно неравномерны и полны пробелов» (там же, стр. 120); об элементах 5-м и 6-м еще ничего не известно; много пробелов в знаниях о 2-м и 4-м элементах.

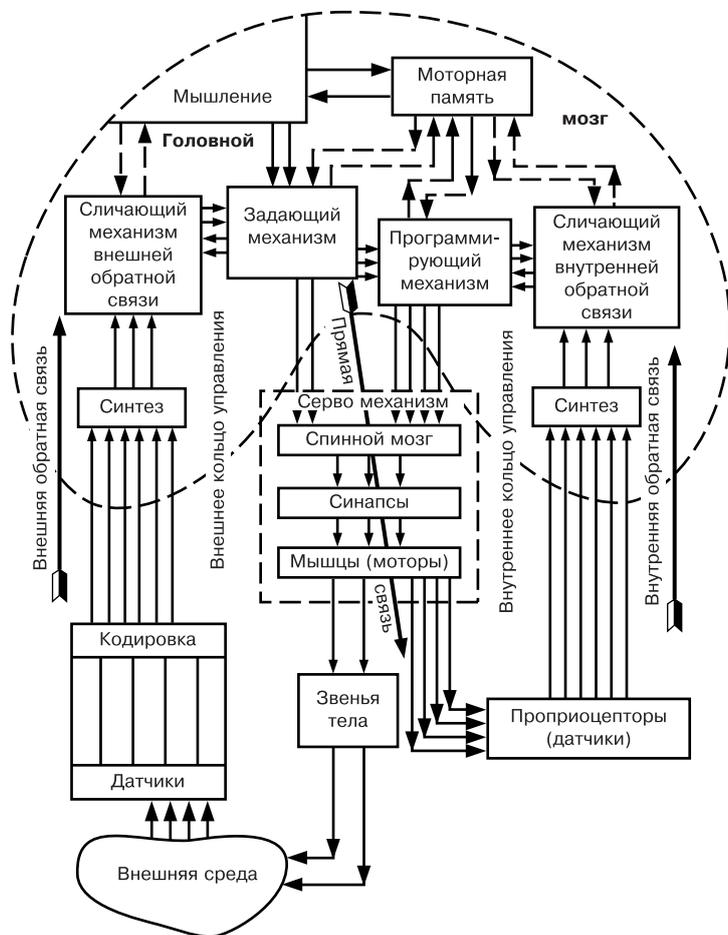
Л.В. Чхаидзе предлагает выделять внешнее кольцо управления (рис. 25), регулирующее смысловую сторону действия, используя сигналы внешних рецепторов, и подчиненное ему внутреннее кольцо, регулирующее конкретные мышечные синергии на основе мышечного чувства (1962, 1965). Программа внешнего кольца вырабатывается с участием сознания в «задающем механизме», а внутреннего – в собственно «программирующем». Одобряя эту схему, Н.А. Бернштейн отметил, что в физиологическом отношении эти кольца не имеют столь резкого разграничения.



**Рис. 24.** Блок-схема аппарата управления движениями (по Н.А. Бернштейну)

Теория построения движений Н.А. Бернштейна вызвала заслуженный интерес. К сожалению, дальнейшей теоретической разработки особенностей самих конкретных уровней, выделенных Н.А. Бернштейном, их характеристик, выяснения их роли, механизма и экспериментального подтверждения именно такой структуры уровней в прошедшие с тех пор 20 лет не последовало.

Согласно теории построения движений, автоматизация движений заключается в переходе управления отдельными сторонами движений на нижележащие подкорковые уровни. Ряд представителей «классической» рефлекторной теории считает, что автоматизация двигательной деятельности – это проявление совершенствования системности, уточнения отношений и связей преимущественно в коре мозга (например, Э.А. Асратян, П.В. Симонов, 1963). В этом плане и здесь нет достаточной доказательности взглядов, нет и полной ясности. Хотя, вероятно, это не две противоположные позиции, а две особенности процесса автоматизации.



**Рис. 25.** Схема управления движениями (по Л.В. Чхайдзе)

За последние годы в Институте биофизики АН СССР проводятся исследования, в которых очень своеобразно раскрываются особенности управления движениями со стороны спинальных механизмов. В низовые (спинальные) уровни центральной нервной системы от вышерасположенных уровней поступают обобщенные команды. Они адресованы не прямо исполнительным органам, а низовым управляющим системам, которые самостоятельно (автономно), благодаря особому взаимодействию (корреляции) своих элементов, решают известные стороны двигательной задачи (И.И. Пятецкий-Шапиро, М.Л. Шик, 1963). Регулирование

системы взаимодействия происходит на одном уровне. Снизу поступают сведения от эффектора, сверху – команды от выше-расположенных уровней. Возникают фиксированные взаимоотношения, которые обеспечивают существование синергий<sup>8</sup> как определенных подсистем движений.

Трудно сказать, где и как сохраняются следы опыта, где происходит обучение. Пока нет достаточных данных, чтобы глубже понять, с точки зрения рефлекторной теории, эти факты, установленные экспериментально, понять, каковы механизмы этой «памяти».

В свете математической модели взаимодействий низовых механизмов И.М. Гельфанд, В.С. Гурфинкель и М.Л. Цетлин (1962) выдвинули принцип наименьшего взаимодействия. Его смысл заключается в том, что достаточно нервным центрам иметь каждому свою «частную задачу», чтобы управление их взаимодействием значительно упростилось. Этой «частной задачей» может быть получение наименьшего количества афферентных раздражений. При задаче на минимум взаимодействий каждый центр ведет поиск и находит решения без согласования этого взаимодействия сверху. Взаимная зависимость складывается на низовых уровнях управления. Возникает высокая «целесообразность» работы, обеспечивающая тонкую структуру поведения. Это крайне интересное направление исследований. Его основные положения отличаются от классических представлений о безусловном и условном рефлексам и от модели будущего и механизма сличения, хотя можно проследить линии, их связывающие.

Следует заметить, что в анализе управления движениями человека все еще мало учитывается роль второй сигнальной системы. А в регуляции произвольных движений человека роль второй сигнальной системы (речевое раздражение и подкрепление при овладении навыком) очень важна (А.Р. Лурия, 1956; Я.Б. Лехтман, 1958). Когда же речь идет о сознательном отношении спортсмена к повышению мастерства, о его понимании задач, совместной работе с тренером, без изучения специфически человеческого управления в этой области буквально делать нечего.

Как в изучении взаимодействий в свете моделей биофизиков, так и в анализе взаимосвязей сигнальных систем проявляется

---

<sup>8</sup> Синергии— здесь понимаются как классы движений, имеющие близкие кинематические характеристики, совпадающие активные мышечные группы и ведущие типы афферентации (обратные связи).

многоуровневость в управлении. Она бесспорна и в морфологическом плане, и в функциональном отношении. Благодаря такому системному строению сложных функциональных систем возникает возможность переменными способами достигать постоянного эффекта. Это чрезвычайно важная черта приспособительной деятельности сложных систем (А.Р. Лурия, 1963, стр. 228), общепризнанная в кибернетике и подтвержденная биомеханическими исследованиями.

Вводя понятие о динамическом стереотипе, И.П. Павлов этим подчеркивал вторую сторону – пластичность, изменчивость системы нервных процессов, необходимую для приспособления к меняющимся условиям. «Как определенная замкнутая вещественная система он [организм – Д.Д.] может существовать только до тех пор, пока он в каждый момент уравнивается с окружающими условиями. Как только это уравнивание серьезно нарушается, он перестает существовать как данная система» (1951, т. IV, стр. 23).

Не соглашаясь с такой позицией, Н.А. Бернштейн писал: «Это воззрение создавало прямой повод к формулировкам, которыми широко пользовался и сам И.П. Павлов, и его последователи: жизнь представляет собою уравнивание и равновесие с окружающей средой. В противовес этим представлениям о статичной пассивности организма современная физиология активности выдвигает существенно иной тезис: жизнедеятельность и поведение организма обуславливаются не **уравниванием** со средой, а **преодолением среды** [здесь и далее подчеркнуто Н.А. Бернштейном] в своем движении по пути жизни. В самом основном его ведет **модель** потребного **ему будущего**, повинаясь которой организм, так сказать, не придает значения тому, приходится ли ему в направлении к намеченной цели двигаться «по течению» или «против течения». Он движется всю свою жизнь, невзирая ни на какое течение в окружающей и воздействующей на него среде» (1965, стр. 72).

Когда речь идет о важнейших положениях двух точек зрения, нужно не пересказывать их своими словами, а привести принципиальные высказывания сторон...

Приспособление как уравнивание отражает прежде всего необходимость выжить, сохраниться. И это достигается «уравниванием в **каждый** момент», т.е. непрерывным изменением, поскольку среда существования и действия человека (в широком смысле слова) не постоянная, а меняющаяся. И речь здесь идет не о равновесии – статическом состоянии, а об уравнива-

нии – динамическом процессе, о равновесии колебательного типа, характерном для живой природы.

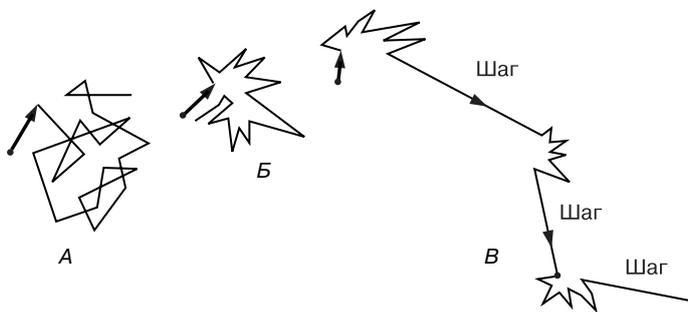
По-видимому, упрек Бернштейна в представлении о «статичной пассивности организма» несправедлив потому, что и практика, и наука издавна знали о том, что весь живой мир активно борется за свое существование, что бы это ни означало.

Высказанное здесь положение о «модели потребности будущего» крайне важно. Выше упоминалось, что сигнальность раздражителя в условных рефлексах обеспечивает опережение действительности. А подкрепление условного сигнала повышает вероятность соответствия реакции ожидаемому подкреплению (М.А. Алексеев, 1963). Но все-таки «будущее» в этих понятиях было не так целенаправленно выделено, как во взглядах о модели будущего. Сведения о настоящей ситуации, налагаясь на извлеченные из памяти «следы», в вероятностном плане отражают в виде «модели» возможную и необходимую будущую ситуацию. Эта гипотеза больше выражена в понятиях кибернетики, чем физиологии. Э.А. Асратян, очень настороженно относящийся к широкому применению новых понятий, рассматривая сложную синтетическую деятельность коры, писал: «это замечательное свойство коры больших полушарий некоторые авторы предпочитают называть то “акцептором действия”, то “двигательной задачей, сформированной в мозгу”, то “программой деятельности животного”. Мы считаем, что пока у нас нет оснований отказываться от павловского термина “динамический стереотип”, и дело здесь отнюдь не в самих названиях. Представления о системности в работе коры больших полушарий помогают нам понять, как формируется стереотип рефлексов, как он исправляется, дополняется или изменяется под влиянием изменяющихся условий внешней среды, т.е. помогают нам мыслить физиологически» (1963, стр. 37).

Нельзя не согласиться с тем, что физиологическое мышление, опирающееся на экспериментальные **факты**, особенно убедительно, хотя, по-моему, нет оснований и для такого смещения процитированных понятий. Более отвлеченный и обобщенный анализ в кибернетическом плане не менее важен, представляет собой шаг вперед, в особенности при поисках новых закономерностей. Не следует их противопоставлять... Лучше найти общее в них, представить себе и формирование двигательной задачи, и программирование действия как **рефлекторную системную приспособительную** деятельность.

Задача и программа далеко не одно и то же. При одной задаче может быть не одна программа ее реализации. Более того, в сложных динамических системах при управлении ими в меняющейся среде **полное** предварительное программирование вообще невозможно. В этом отношении существенно разделение функций задания и программирования, проведенное Л.В. Чхаидзе (1960, 1962).

Опираясь на свое решение математической задачи об «отыскании минимума нестационарной функции многих переменных», математики И.М. Гельфанд и М.Л. Цетлин совместно с биофизиком В.С. Гурфинкелем разработали применительно к движениям модель тактики управления сложными системами («тактика оврагов») (1962). При «хорошей организации» задачи все переменные, влияющие на достижения цели, можно разделить на существенные (изменение их ведет к цели) и несущественные (отклоняют систему от нужного пути). При местном (локальном) поиске отбрасываются несущественные переменные и намечаются направления более быстрого продвижения к цели (тактика нелокального поиска или «шага по оврагу») (рис. 26). Так, сменяя локальный и нелокальный поиск, система поэтапно (через ряд возникающих и проверяемых подцелей) движется к решению задачи. Проверяются не все возможные варианты, а наиболее вероятностные.



**Рис. 26.** Схема поиска в «тактике оврагов»

(по И.М. Гельфанду и М.Л. Цетлину):

*A* – случайный; *Б* – локальный; *В* – «шаговый» (нелокальный)

В любом статическом положении и в движениях человека существует «физиологический тремор» (В.С. Гурфинкель, Я.М. Код, М.Л. Шик, 1965). Например, при стоянии человека центр тяжести тела колеблется с частотами: 1) 1–3 в мину-

ту и амплитудой более 10 мм; 2) 23–25 в минуту и амплитудой 3,3–3,5 мм; 3) 33–35 в минуту и амплитудой до 1 мм. Они возникают, по-видимому, в связи с характером активности отдельных элементарных двигательных единиц мышц. Эти колебания отражают деятельность регуляторных систем, которая может быть рассмотрена в плане «тактики оврагов». Экспериментальные исследования М.А. Алексеева с сотрудниками (1962) в Институте высшей нервной деятельности и нейрофизиологии, которым руководит Э.А. Асратян, показали хорошую применимость этой математической теории (кстати, высоко оцененной и Н.А. Бернштейном) к управлению движениями (1965).

В этой модели программирование как определение последующих событий представляет собой форму опережающего приспособления. Действие организма как реакция на воздействие среды складывается не только после последнего, но уже и до него. И модель действия (как задача), и программа, вызванная для решения этой задачи (как план действия), – это приспособление с опережением (Н.А. Бернштейн, 1962). Они близки к понятию задача – Образ, к понятию программа – План в представлении крупных психологов Д. Миллера, Ю. Галантера, К. Прибрама (1965).

Приспособление началось на ранних этапах эволюции и сохранилось в виде ряда явлений, родственных рефлексу, – переключение по Р. Магнусу (приспособительная изменчивость безусловных рефлексов), доминанты по Ухтомскому (Э.А. Асратян, 1963). Настроечные влияния на кору со стороны ретикулярной формации ствола мозга (подкорковых образований) – это также относительно недавно открытая и еще не полностью изученная опережающая приспособительность. Активация коры означает изменение ее деятельности под влияниями, идущими от периферии к центру. Изучены также влияния, идущие от центра к рецепторной части анализаторов.

Все эти приспособительные опережающие изменения, в свою очередь, есть следствие деятельности механизмов внутримозгового отражения внешнего мира. Эти механизмы (анализаторов и временной связи), анализируя и синтезируя явления внешнего мира, оставляют следы в нервной системе. Прошлые (эти следы), соединяясь с текущим отражением ситуации, создает основу предвидения – экстраполяции (продолжение неизвестной части ряда по предыдущей известной).

Л.В. Крушинский выделяет своеобразный класс экстраполяционных рефлексов, когда организм по ходу событий предвидит

будущую ситуацию. Например, собака бежит прямо на зайца и не в направлении его местонахождения, а к месту предполагаемого пересечения их путей. Нечто подобное представляет собой стрельба по быстро движущейся мишени – с упреждением.

Н.В. Зимкин полагает, что экстраполяция как своего рода приспособительная к будущему реакция вообще свойственна всей рефлекторной деятельности (1968).

При сложных действиях и ситуациях и множестве переменных условий не может быть совершенно точного предвидения, прогнозирования. Прогнозирование в данном случае имеет вероятностный характер. Степень вероятности определяется прошлым опытом и текущим настоящим положением. Это наиболее типичная черта предвидения как основа приспособления.

Между стимулом и реакцией отсутствует жесткая однозначная связь. Один и тот же стимул в разных условиях дает разный результат. Чтобы различия не оказались случайными, нецеленаправленными, бессмысленными, необходима их организация, внутреннее согласование, определенная последовательность действий, ориентированных в направлении к определенной цели. Взаимная согласованность звеньев действия тесно связана с **избирательностью**. Избирательность проявляется в отборе сигналов, в выборе пути информации, в избирательном изменении функций, в выборе команд и их направленности, в бесчисленном множестве частных механизмов всего сложного двигательного действия.

**Современная схема функциональной структуры действия, как становится ясно читателю, сводится к следующему: текущая информация с использованием опыта прошлого определяет двигательную задачу. Задача в сочетании с информацией о состоянии в каждый момент определяет программу. По ходу выполнения программы идет ее сличение с задачей и программой, выявляются рассогласования и вносятся уточнения, поправки (сенсорные коррекции). Но при этом необходим фактор, который как согласует звенья действия, так и определяет значение рассогласования.** (Выделено изд-вом.)

В психологической школе Д.Н. Узнадзе разработано представление об установке как состоянии готовности субъекта к определенной деятельности. Установка определяет последовательное развертывание событий, предвосхищение будущего действия, актуальное регулирование динамики действия. Установка – это не столько сама задача (модель потребного будущего), сколько специфическая роль этой модели (Ф.В. Бассин). По словам Д.Н. Узнадзе, она «основная, изначальная реакция субъекта на

воздействие ситуации, в которой ему приходится ставить и разрешать задачи» (1961, стр. 81). Установка создается путем активного отбора поступающей информации и выбора оптимального поведения. В конечном счете, по И.Т. Бжалава (1966), существует тесная связь между информацией и установкой. «Меру упорядоченности – информацию – вполне можно считать показателем силы установки, то есть степени ее фиксации» (стр. 237). Установка, определяя связь между задачей и результатом, не дает единственного пути достижения результата. Одна и та же цель может быть достигнута разными путями и притом независимо от случайных сбивающих воздействий.

Весьма сходное представление о внутренней организации рефлекторного акта дает Ф.В. Бассин. В функциональную структуру адаптивного акта им включены: «потребность...; установка; отобранный под влиянием установки стимул; реакция; обратная связь; сличение; придание исходу сличения благодаря влиянию установки функции положительного или отрицательного подкрепления; коррекция» (1967, стр. 75).

Таковы особенности сложных биологических систем, в которых реализуются изложенные выше принципы и механизмы управления. В них создается аппарат вероятностного предвидения, осуществляется самопрограммирование, происходит контроль и сличение с помощью обратной связи, используется аппарат, позволяющий делать выбор из множества возможностей, – это обеспечивает достижение цели в меняющихся условиях с преодолением помех.

Все эти принципиальные части функциональной структуры действия обеспечиваются многочисленными видами рефлекторных процессов, различных по своему строению и происхождению.

В результате сложного процесса развития в деятельности спортсмена проявляются изменения, которые можно расценивать как **адаптацию**. Термин «адаптация» применяется с разным значением. Происходит он от латинского слова «адаптаре», что означает «прилаживать». Будем понимать его как приспособление в самом широком смысле, как «самоизменение» в соответствии с изменениями окружения или внутреннего состояния (В.И. Костюк, 1966).

Исторически раньше всего возникла **адаптация генотипическая**, т.е. унаследованная от предыдущих поколений. В процессе эволюции сложилась относительная целесообразность формы и функции организма, т.е. относительное их соответствие его условиям существования и жизнедеятельности.

Далее появляется **адаптация фенотипическая** – прижизненное научение как результат обучения (внешнего, организованного) и самообучения. Это, например, те навыки, которыми овладел спортсмен в тренировке и соревнованиях. Эта адаптация есть, по сути дела, ряд следующих механизмов приспособления (видов адаптации).

Перед началом действия у спортсмена возникает предварительная установка (по Д.Н. Узнадзе): приспособление к предстоящей работе – **установочная адаптация**.

Перед началом основной тренировочной нагрузки или соревнованием, используя физическую и психическую настройку в разминке и на старте, спортсмен создает **настроечную адаптацию**.

В ходе самого действия, предваряя его на доли секунды, принимая каждый мяч, нанося каждый удар, спортсмен использует ситуационную установку (двигательная задача и ее программирование) – **ситуационная адаптация**.

Спортсмен, выполняя систему движений, все время по ходу действия приспособляется к выполнению двигательной задачи посредством поиска и смены вариантов, перехода от фазы к фазе, обеспечения линии поведения на основе коррекций по ходу действия – **поведенческая адаптация**.

И, наконец, в борьбе с помехами, обеспечивая помехоустойчивость ради сохранения линии поведения, используется **регуляционная адаптация** (рис. 27).

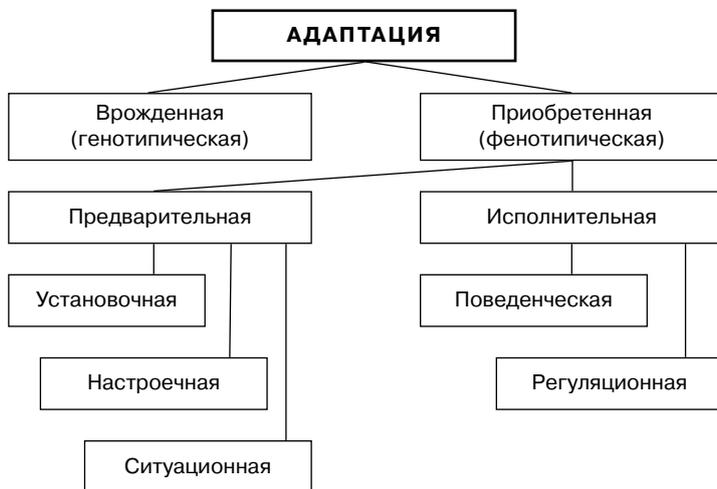


Рис. 27. Виды адаптации

Интересно, что П.К. Анохин различает ряд видов афферентации, которые обеспечивают приспособление и контроль действия: обстановочная, установочная, пусковая, корригирующая, санкционирующая. Они близки по подходу к названным здесь видам адаптации.

Вполне возможно, что это разделение кое в чем и условно; последние два вида адаптации проявляются одновременно в очень близких, а часто и одинаковых механизмах. Возможно, сами термины подобраны не вполне удачно. Но такой анализ показывает, как сложен процесс овладения мастерством и как разносторонне оно проявляется. Этот анализ наталкивает на более глубокий, вдумчивый подход к тренировке.

В процессе деятельности спортсмена длительный и многоплановый процесс адаптации приводит к **координации движений**. Как часто применяют это слово и как по-разному оно понимается! Наиболее общее толкование этого представления – согласованность двигательной деятельности (Е.К. Жуков, 1963). В буквальном переводе с латинского координация – это соупорядочивание, приведение в соответствие.

«В наиболее точном определении координация движений есть преодоление избыточных степеней свободы двигающегося органа, иными словами, превращение последнего в управляемую систему» (Н.А. Бернштейн, 1966, стр. 96). Это определение сейчас наиболее распространено и общепризнано. Близко к нему примыкает представление Эшби: «Двигательная координация – понятие, хорошо известное в физиологии, где оно относится к способности организма так сочетать активность различных мышц, чтобы совершаемое движение точно следовало надлежащей траектории» (1962, стр. 111).

В определениях Бернштейна и Эшби упор сделан на следование по траектории: дано задание-образец – изволь точно следовать ему!

А если вовсе нет этого образца, этой «надлежащей траектории»? Если эта траектория складывается в процессе поиска, если она не постоянна, зависит от окружения, состояния, изменения задачи? Где же тогда образец, что такое избыточные возможности, что преодолевать?

Н.А. Бернштейн поясняет, что указанная в приведенном выше определении задача решается по принципу **сенсорных коррекций** (там же, стр. 96–97). Продолжаем задавать себе вопросы: а что если коррекций (исправлений при сличении с образцом) в дан-

ный момент нет, так как нет еще самого «образца», если поведение системы звеньев складывается по ходу действия, а не **предопределено заранее?** Быть может, даже происходит динамическое взаимодействие по «принципу наименьшего взаимодействия» без образца и коррекций. Или ведется локальный и «овражный» поиск, при котором, строго говоря, также нет коррекций по образцу...

Кроме того, давайте подумаем. В многоосном суставе движение всегда идет по единственной траектории, а все остальные (избыточные!) исключены. Не будет ли тогда **любое** движение (хорошее и плохое) проявлением координации? Ведь по отношению к реализуемой траектории (хороша она или плоха) все остальные – избыточные. Наконец, необходим и режим следования по траектории (скорости и их изменения), и согласование траекторий множества звеньев кинематических цепей во времени и в пространстве.

Как видим, в определение координации по Бернштейну и Эшби не включена **успешность решения задачи**. «Надлежащая траектория» или определение «избыточных степеней» не входят в рассматриваемые понятия координации. В физиологическом плане, быть может, это и достаточно, но в педагогическом – явно пробел... Мне кажется, что эти определения в известной степени лишают научное понятие важной для практики стороны координации – качества выполнения задачи. Кроме того, за общим определением скрывается и существо процесса **выбора траектории** и способа следования по ней, берется лишь его внешняя сторона – следование образцу. А в координации важны и поиск образца, и способ следования.

Попробуем определить координацию двигательной деятельности как взаимосвязь нервной, мышечной и двигательной координации.

**Нервная координация** – согласование нервных процессов, управляющих движениями через мышечные напряжения. Это согласованное сочетание нервных процессов, приводящее в конкретных условиях (внешних и внутренних) к решению двигательной задачи.

**Мышечная координация** – это согласование напряжений мышц, передающих команды управления на звенья тела как от нервной системы, так и от других факторов (внешнее и внутреннее силовые поля). Мышечная координация не однозначна нервной, хотя и управляется ею.

**Двигательная координация** – согласованное сочетание движений звеньев тела в пространстве и во времени, одновременное и последовательное, соответствующее двигательной задаче, внешнему окружению и состоянию спортсмена. И она не однозначна мышечной координации, хотя и определяется ею.

При одной и той же задаче, но разных внешних условиях, разном состоянии спортсмена (в широком смысле слова) сочетание движений обязательно изменится для успешного решения задачи. Значит, в определение координации целесообразно включить и эти факторы.

Координация движений звеньев – не то же, что нервная и мышечная координация, хотя она и зависит от них. Координация движений прежде всего содержит в себе критерий (показатель) **качества** системы движений, ее целесообразность, ее соответствие задаче и условиям. Качество определяется не вне процесса координации, не до него, а в **самом процессе**, по ходу двигательного действия.

Н.А. Бернштейн правильно возражал против неверного представления о том, что сам по себе эффекторный стереотип (жесткая система команд) может привести к успеху в переменных условиях окружения и состояния организма.

Сейчас довольно широко распространено толкование задачи и программы как полного предварительного решения – что и как надо сделать. Этому подавал повод и сам Н.А. Бернштейн. В его последней (уже посмертной) публикации «От рефлекса к модели будущего» («Неделя», 1966, № 20) он подчеркивает роль «четкой внутренней модели»; «заранее запланированной задачи»; «по каким путям и ступенькам возможно перейти от того, что имеет место сейчас, к тому, что должно явиться решением двигательной задачи» (программирование действия). Здесь подчеркивается предварительное определение «траекторий». Далее указывается: «для осуществления этой программы и необходима управляемость двигательного аппарата тела». Вот эту управляемость, т.е. способность выполнять заранее заданную программу, Н.А. Бернштейн и определял как координацию.

Из всего учения Н.А. Бернштейна вытекает, что действие решается во всех деталях не заранее, а в **процессе** решения задачи. И, что самое главное, в координации – поиск решения на основе общей «модели будущего», высокое качество определения траекторий (да еще и **времени** движения по ним) в ходе движения, а не только следование по «заранее намеченным» траекториям.

Поэтому-то и выдвигается здесь идея о том, что суть координации не только в управляемости органов движения, а и в решении двигательной задачи в конкретных условиях. Кстати, и сама двигательная задача может возникать иногда только в ходе действия и изменяться в зависимости от складывающейся ситуации.

Координация может осуществляться и прямо в периферическом цикле взаимодействия, без непосредственного участия центральных команд (замыкание через среду – поле действия спортсмена). Она складывается и на мышечном уровне в группах синергистов, во взаимодействиях с группами антагонистов, в мышечных цепях с участием многосуставных мышц, в сложившихся подсистемах звеньев, в явлениях переключения (изменение мышечной деятельности под влиянием позы). Наконец, координация в самом основном и главном выполняется преобразованием процессов информации в нервной системе по рефлекторному принципу в сложной функциональной системе приспособления. Многообразны механизмы координации, по-разному решаются они на разных этапах развития самоуправляемой и саморегулирующейся системы. Но все они используются нервной системой человека и, в меру его знаний, умений и навыков, в его сознательной произвольной деятельности.

До сих пор мы все познакомились с тем, как выполняется управление движениями, но почти не затрагивали проблем, связанных с развитием систем управления: как они развиваются, под влиянием каких факторов, в каком направлении?

Не подлежит сомнению, что с совершенствованием мастерства управление становится не проще, а сложнее: устанавливаются наиболее тонкие и точные взаимодействия; накапливается двигательный опыт; лучше, эффективнее становятся приспособление к условиям и борьба с помехами. И если с внешней стороны отличная спортивная техника и выглядит проще, то это есть следствие совершенства управления, большой его сложности.

На спортсмена извне действуют многие факторы внешней среды, окружения – от наиболее простых, механических (сила притяжения Земли – гравитация) до наиболее сложных, социальных (команды тренера, влияние коллектива). Нередко внешней среде придается чрезмерно большая роль: «именно первичность сдвигов в окружающей среде, которая непрерывно навязывает организму те или иные приспособительные перестройки, и предстает как движущая сила эволюционного процесса» (П.В. Симонов в сб. «Философские вопросы высшей нервной деятельности и психологии», 1962, стр. 683). Может быть, в этом аспекте

известной крайностью является и представление Н.А. Бернштейна о «движении в направлении родовой программы развития и самообеспечения», «невзирая ни на какое течение в окружающей и воздействующей на него среде» (1965, стр. 72).

Думается, что некоторая недооценка роли как внутренней структуры управления, так и среды не является очень правильной позицией. Для такой сложной и совершенной системы, как человек, роль и внешних, и внутренних факторов различна для разных признаков (А.С. Кардашева, 1966). В целом внешние ситуации, конечно, обуславливают двигательную деятельность, но ее возможности и ход определяют все-таки внутренние взаимосвязи между ее подсистемами и элементами, внутренняя структура системы, создаваемая управлением.

Источниками самодвижения, развития в живых системах служат внутренние противоречия. Прогрессивное развитие системы движений происходит при органическом единстве и диалектическом соотношении направлений – **тенденций ее развития**. Для системы движений характерно сложное взаимодействие частей и целого; оно определяет и связи, и взаимодействие со средой, и особенности поведения системы, протекания двигательного действия. От этого взаимодействия зависят законы образования, поведения и развития системы.

Противоречивость тенденций развития раскрывается в единстве, взаимопроникновении и взаимодействии противоположностей как сторон противоречия (С.Г. Борщов, 1965). Развитие противоречия ведет от преимущественного значения единства противоположностей к преимущественному значению их «борьбы». Обострение и расширение противоречия приводит к его разрешению. В этом разрешении при неантагонистических противоречиях наблюдается переход противоположностей друг в друга (устойчивость в изменчивость, изменчивость в устойчивость). Этот переход и разрешает противоречие, и возрождает его вновь.

Противоречивые тенденции развития системы существуют объективно. Изучив их, мы получаем возможность воздействовать на них, управлять ими. В силу своей противоречивости они имеют парный характер.

К таким парным тенденциям развития системы движений спортсмена в качестве рабочей гипотезы предлагаю отнести следующие:

– целостность (интеграция) и расчлененность (дифференциация);

– устойчивость (стабильность) и изменчивость (вариативность);

– одинаковость (стандартность) и индивидуализация; произвольность и автоматизм; фиксация и прогрессирующее.

При более глубоком изучении систем движений спортсмена могут выявиться и другие парные тенденции развития. Этими тенденциями развития в практике управляют тренеры и спортсмены, но от случая к случаю, не приводя их в единую систему закономерностей.

Перейдем к характеристике наиболее существенных и изученных тенденций, чтобы затем решить, как использовать их при становлении и совершенствовании спортивной техники.

## ЦЕЛОСТНОСТЬ И РАСЧЛЕНЕННОСТЬ СПОРТИВНОГО УПРАЖНЕНИЯ

Две особенности бросаются в глаза, когда начинаешь вдумываться в построение системы движений в спортивном упражнении.

Во-первых, **целостность** всего упражнения. От начала и до конца это единое целое. Идет единый поток движений, а если и есть остановки, то и они включены в единый ритм.

Во-вторых, **расчлененность** всего упражнения на множество отчетливо различаемых деталей. Правда, они отчетливо заметны лишь при тщательном изучении. А для неопытного наблюдателя эти детали незаметны; множество движений, их особенности слиты воедино.

Эти особенности появились в процессе тренировки. Объединенность в единое целое – **интегральность** – возникла вследствие развития системы движений в направлении интеграции, объединения. Таким же образом и расчлененность, и дифференцированность есть следствие развития в направлении дифференциации, расчленения.

Поскольку часть проще целого, начнем разбор с более простого, с возникновения частей, с тенденцией **дифференциации**.

В первом очерке было установлено, что строение системы – ступенчатое, многопорядковое. Подсистемы первого порядка наиболее крупные, каждая из них состоит из более мелких подсистем второго порядка, и так далее до наиболее мелких. Эти подсистемы – части целого упражнения – могут возникать двумя путями.

Либо они формируются сначала в виде отдельных составных частей, как, например, в гимнастике, акробатике, а потом соединяются в более сложные комбинации, целостное упражнение. Либо подсистемы как детали сначала еще мало различимы в целом, как, например, в беге, плавании, а потом уже выделяются, отрабатываются поточнее, лучше, отчетливее в пределах целого. В обоих случаях так или иначе сочетаются обе тенденции – и к объединенности, и к расчлененности.

Иногда недостаточно отработанные части соединяются в недостаточно совершенное целое, и тогда вновь приходится их дифференцировать, чтобы отработать элементы. А чаще всего это не столько разные пути с разными последовательными этапами, сколько неоднократная смена то одной, то другой ведущей тенденции, но каждый раз на более высоком уровне.

Даже самое простое действие имеет двухфазное строение: фазу подготовки и фазу реализации. А если в сложном упражнении объединено много простых частей, да еще в каждой есть эти две фазы, да еще такие части и следуют друг за другом и выполняются одновременно, попробуйте себе представить, какое множество особенностей здесь можно обнаружить, а стало быть, и работать над их совершенствованием и порознь, и в сочетаниях.

Делить на периоды и фазы можно как все упражнение, так и движения систем звеньев. Например, в лыжном ходе раньше выделяли только фазы движений ног отдельно и рук отдельно, и соответственно изображали их на хронограмме и в таблице (рис. 28). Так было удобно рассматривать взаимодействие подсистем (руки, ноги). По данным исследований Х.Х. Гросса, в результате обстоятельного анализа характеристик было установлено пять общих для всего цикла лыжного хода фаз (рис. 29). Пограничные позы служат исходными положениями для последующих фаз и влияют на их выполнение. Самоконтроль по этим позам помогает уточнять весь ход движения. При таком делении на фазы стало возможным сопоставлять технику лыжников в целом. Благодаря этому были выявлены особенности современной техники, отличные от техники начала 60-х годов. На этой основе перестроена техника спортсменов сборных команд СССР и начато широкое внедрение усовершенствованной техники в массовый спорт.

Дифференциация – это различение частей. Она проводится по разным признакам. Так, Х.Х. Гросс брал различные кинематические признаки: отрыв ноги от опоры, постановку палки на снег, начало сгибания опорной ноги, остановку лыжи, начало выпрямления толчковой ноги.

Цикл скользящего шага – двойной шаг										
Опорный период правой ноги					Переносной период правой ноги					
Двойная опора	Одиночная опора тела			Двойная опора	Одиночная опора тела					
	Одноопорное скольжение				Стояние лыжи		Маховый перенос ноги			
					по воздуху		по снегу			
	Облегчение давления на снег	Подготовка к остановке лыжи	Остановка лыжи	Пережат и подседание	Отталкивание ногой	Подъем лыжи	Начало махового выноса ноги	Усиление маха	Торможение маха	

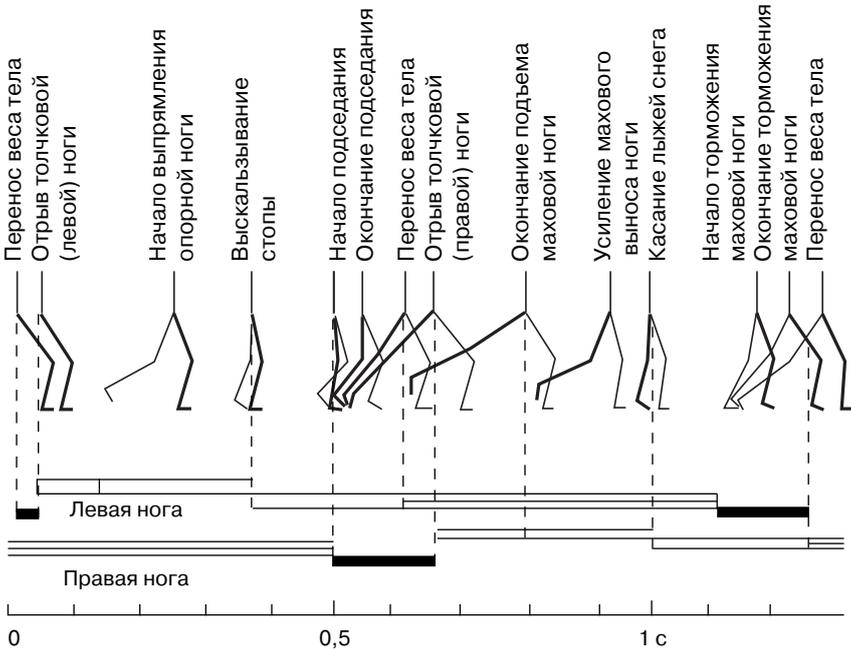
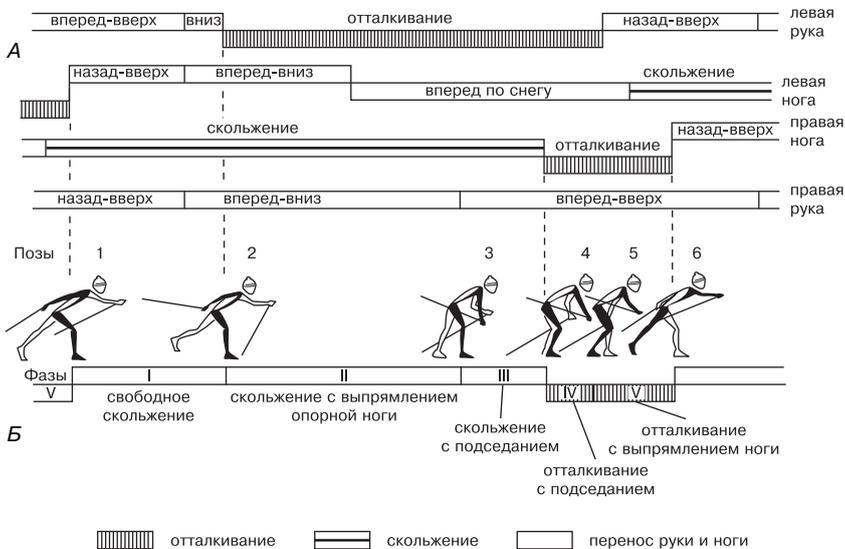


Рис. 28. Фазы и хронограммы движений ног в ходе на лыжах (по М.А. Аграновскому)



**Рис. 29.** Фазы движений в ходе на лыжах:

**А** – хронограмма движений рук и ног; **Б** – общая хронограмма скользящего шага на правой ноге (по Х.Х. Гроссу)

О.П. Топышев в приеме второй передачи в волейболе выявил 8 фаз движений. Основой для такого выделения послужило изучение скоростей движения волейболиста (рис. 30). Признаки начала и окончания фаз различные. Но во всех случаях фаза длится до момента изменения движения. И по изменению характеристик (координаты, скорости, усилия и др.) становится возможным определить момент времени, когда движение изменяется. В это время, стало быть, меняется и частная двигательная задача. Правильное выделение фаз помогает правильно определить эти частные задачи и их смену.

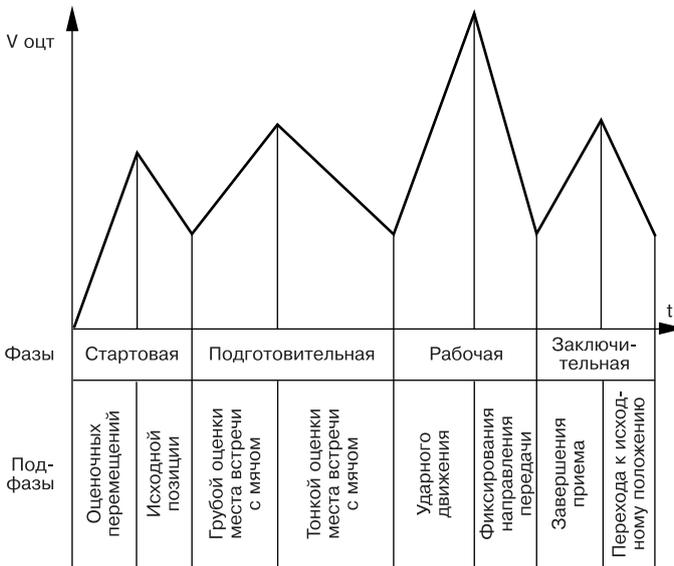
Части, на которые расчленяется упражнение, могут различаться, так сказать, по возрасту. В том же лыжном ходе шагательное движение – очень «древняя» подсистема и в истории шагательных (двуногих и четвероногих еще) перемещений, и в жизни каждого человека. А вот скольжение на одной лыже куда «моложе»: кто в три года встал на лыжи, кто в школьном возрасте бегал на коньках, а кто и в семнадцать лет впервые в жизни заскользил.

Части могут различаться по быстроте действия. Так, шаги копьеметателя быстрее, чем подготовительные движения руки

с копьём, выполняемые в то же время, а в финальном усилии движения руки куда быстрее шагов. Эти гетерохронные ритмы (разное время действия) подсистем создают трудности при формировании единого ритма всего упражнения.

По многочисленным данным, степень устойчивости к помехам в разных фазах неодинакова. Нужно определить слабые места систем, чтобы их упрочить. Задача формирования «надежной системы из ненадежных элементов» требует особо тщательного анализа состава системы. Зная элементы, из которых она состоит, легче установить их взаимодействие.

В практическом отношении один из самых важных моментов в дифференциации упражнения – это установление объектов, на которые надо направить внимание спортсмена при становлении и совершенствовании системы движений. Необходимо знать, на какие детали надо обращать внимание (концентрация); надо своевременно сменять объекты внимания (переключения); надо и совмещать одновременное наблюдение за рядом объектов (распределение); наконец, при различной направленности внимания необходимо уметь не упускать из виду все необходимое (устойчивость).



**Рис. 30.** Деление приема «вторая передача» в волейболе на 4 фазы и 8 подфаз (по О.П. Топышеву)

Роль второй сигнальной системы (по И.П. Павлову) в технической подготовке спортсмена исключительно велика. Одно из проявлений «человеческого» отношения к овладению движениями – это понимание задачи и способа выполнения упражнения, контроль над ходом освоения упражнения, волевая направленность в узловые моменты действия. Чтобы спортсмен мог сознательно, вдумчиво, сосредоточенно готовиться к действию и действовать, упражнение должно быть для него ясно. А это возможно только при тонкой дифференциации целостного упражнения.

Составные части системы движений могут быть относительно независимыми. Так, во всех спортивных играх перемещения и непосредственно игровые действия представляют собой единое целое. Но обе эти части действия достаточно автономны, независимы. Например, футболист бежит и в это же время ногами ведет мяч. Он меняет на ходу количество шагов между ударами по мячу в соответствии с игровой ситуацией; у него нет жесткой связи между бегом и ведением мяча.

Строго говоря, даже просто в беге каждая нога обладает известной автономностью: движения в отдельных суставах ноги связаны строго (но не абсолютно точно) только друг с другом. А вот согласование их с движениями суставов другой ноги более свободное, менее взаимозависимое. Четкая дифференциация обеспечивает подобную автономность.

В следующем очерке будет показано, что известная автономность важна также для устойчивости, стабилизации спортивного упражнения.

Но относительная независимость – это только одно из проявлений взаимодействия частей, когда оно минимальное. В основном же взаимодействие очень тесное и сложное. Последовательные ряды движений как смена подготовительных и исполнительных фаз связаны в причинные цепи и, учитывая не только последовательную, но и одновременную связь, в причинные сети. По этим цепям и сетям распространяется влияние с одной фазы на другую (во времени), с одной кинематической цепи звеньев тела на другую (в пространстве). Эти взаимные влияния подсистем и элементов в системе движений лежат в основе целостности спортивного действия.

Это влияние существенно в двух отношениях. Во-первых, чтобы добиться более совершенной исполнительной фазы, надо улучшить выполнение подготовительных фаз. Чтобы обеспечить движение рабочих звеньев, надо создать необходимую устойчи-

вость опорных звеньев. Улучшение выполнения одних элементов способствует улучшению выполнения других.

Во-вторых, если возникает где-либо ошибка, то по цепям и сетям связей она может распространиться далеко в пространстве и во времени от места ее возникновения. Получается уже не одиночная ошибка, а, как говорят, целая «цепочка». Но надо искать источник ошибки не только по «цепочке» (до ошибки), но и по «сети» (в самый момент ошибки, но в другом месте, в другом звене). Поэтому часто следует искать причину ошибки довольно далеко от места ее проявления. И стоит устранить эту, иногда очень отдаленную, причину, как вся совокупность отрицательных влияний исчезает.

Взаимосвязи между подсистемами и внутри них не одинаково тесны, не одинаково прочны. Наиболее связаны элементы в более низовых подсистемах. По мере укрупнения подсистем связи в них становятся менее сильными, расчленение подсистем проще. Возможно даже изолированно выполнить вычлененные подсистемы. На этом и основан анализ основного спортивного упражнения. Это дает возможность подбирать вспомогательные упражнения.

Для специальной физической подготовки подбирают **подготовительные** упражнения, которые развивают физические качества. При этом важно соблюдать хотя бы следующее минимальное требование: они не должны вредить технической подготовке. Еще лучше, если они будут одновременно способствовать и техническому совершенствованию основного упражнения (упражнения сопряженного действия).

**Подводящие** упражнения – ряд постепенно усложняющихся упражнений, постепенно подводящих к выполнению более сложного основного упражнения. И здесь также важно знать состав основного упражнения, его подсистемы, вычленить работу отдельной мышцы или движение в изолированном суставе; с этим, конечно, надо обязательно считаться.

По-видимому, имеет смысл расчленять целое на части, иначе говоря, брать вычлененную часть отдельной, самостоятельной, что бы это ни было: выполняемая самостоятельно отдельная часть приема или упражнения, весьма сходное с этой отдельной частью.

И можно в составе целого выделять часть, не порывая ее связей в целом, иначе говоря, рассматривать ее как элемент в составе целого. Так, можно, работая над какой-то частью целого упражнения, выполняя при этом все упражнение в целом, обращать внимание только на эту часть, контролировать только ее, направлять

волевое усилие только на ее выполнение. Тогда эта часть совершенствуется как элемент системы. Это и есть «отработка» элемента системы.

Если же эта часть упражнения отрабатывается в отдельности, взятая вне системы, вне связей ее с элементами, – это работа над частью, а не над элементом. Элемент – только в целом, в своих связях. Вне системы он уже не элемент.

Можно ли рассматривать любую часть системы как ее элемент? В целом, в теории систем этот вопрос не вполне уточнен. С одной стороны, элемент – это простейшая составная часть системы; из элементов состоят все более укрупняющиеся подсистемы и сама система. Но, с другой стороны, не любая самая малая деталь системы может считаться ее элементом, не всякая произвольно выбранная часть – элемент системы.

Совершенно справедливо полагают, что не любая часть системы есть ее элемент. Элемент – это такая часть системы, которая существенным образом определяет ее структуру, ее свойства, ее внутренние отношения (Н.Ф. Овчинников, 1967). Каждый элемент обладает определенными целостными свойствами; они-то и ставят предел делимости элементов. Тогда и подсистемы могут рассматриваться как своего рода элементы системы.

Все эти уточнения нужны не для того, чтобы установить строгие, общие формальные правила выделения элементов. Они нужны для того, чтобы подчеркнуть взаимосвязь части и целого в их развитии, чтобы уметь выделять элементы в целом или вычленять части из целого (каждому свое время), причем не случайно выхваченные, а именно элементы системы движений в упражнении.

Крайне важно подчеркнуть, что дифференциация системы движений сопровождается специализацией функций выделяемых деталей. Уточняется назначение, особенности, характер и – что наиболее существенно – их взаимодействие, их роль и место в целом. Об этой стороне здесь сказано очень мало. Но это естественно, потому что только конкретизация специализации функций может дать настоящий эффект.

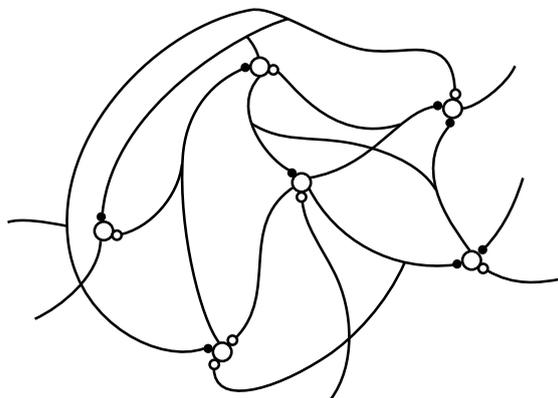
Остановимся теперь на противоположной тенденции развития системы движений – **интеграции** (целостности) – и на том, как она проявляется в физических упражнениях.

Естественно, что коль скоро упражнение – это система движений, их объединение, важна именно эта объединенность движений, **единство** системы. Единое целое больше, чем сумма его частей. Мы уже говорили, что системы различают суммативные (где целое есть сумма частей) и целостные. С количественной

точки зрения объединение частей ничего не прибавляет. А вот с качественной стороны это уже нечто новое. Поведение системы богаче, чем поведение ее частей (Т.Б. Длугач, 1965). Вот в этом и заключается разница этих систем, и если ее не учитывать, то можно и не заметить самого существенного в единстве системы движений. Каковы же причины целостности системы движений?

Самый существенный объединяющий фактор (фактор интеграции) в системе движений – нервная система. Нервные клетки мозга объединены в различных направлениях по уровням (по горизонтали) и между ними (по вертикали) в сложнейшую сеть. Модель мозга (точнее, некоторых его функций) в виде разветвленной нейронной сети (РНС) позволяет представить гибкость и способность приспосабливаться к изменениям внешней и внутренней среды, высокую степень целесообразности реакций на воздействия (Г.Л. Смолян, 1965) (рис. 31).

По РНС движутся и однонаправленные (аксиальные-осевые) и многонаправленные (ретиальные-сетевые) потоки информации. Если первые несут преимущественно команды к исполнению действий, то последние важны для настройки всей системы управления и ее частей (самонастройка). У РНС чрезвычайно велика функциональная избыточность: одни ее элементы легко заменяются другими; это повышает ее надежность и дает возможность достигнуть одной цели при помощи множества вариантов. На внешнее или внутреннее воздействие, таким образом, мозг откликается как единое целое, что и отражается на системе движений.



**Рис. 31.** Схема разветвлений нейронной сети  
(по Г.Л. Смоляну)

И в первую очередь надо помнить об установке на предстоящую деятельность, которая в психологическом плане обуславливает целостность действия. Выбор одного или немногих ответов из множества возможных в каждой конкретной ситуации определяется установкой. С рассматриваемой позиции единства системы движений механизм установки служит также одним из объяснений ее целостности. Целое же как решающий фактор определяет место и роль каждого элемента в системе (М.М. Розенталь, 1967, стр. 538).

Кроме того, и с чисто механической точки зрения кинематические цепи органов движения находятся в сложном механическом взаимодействии. Взаимодействие бесчисленных отраженных (реактивных) сил – реакций опоры, трения и, особенно, инерционных сил – также обуславливает единство всех движений тела спортсмена.

Наконец, особую роль играет мышечный аппарат – источник активной части внутреннего силового поля. К нему приходят в сложнейшем сочетании (нервная координация) миллионы команд от мозга. На него «обрушивается» вся остальная часть внутреннего силового поля и все внешнее силовое поле. Создается управляющее и сбивающее воздействие регуляторов (мышц) на тело спортсмена. Мышечная координация – это увязывание воедино всех бесконечно сложных воздействий на ход движений. Когда улучшается, совершенствуется управление, тогда лучше, тоньше объединяются тысячи деталей упражнения.

Интегральность действия спортсмена проявляется в **целенаправленности** действия, которая сама опирается на **целесообразность** всех элементов и структур системы движений.

Спортивные действия, в которых всегда имеется цель, требуют наилучшего исполнения ведущей задачи. Этим они и отличаются, например, от многих движений в бытовых действиях. В спортивной технике все должно быть целесообразно! Несущественных, нецелесообразных частных, которые не мешают достижению наилучшего результата, относительно мало. В одних видах (метание диска) их почти нет, в других (спортивные игры) их может быть заметно больше...

Целенаправленность действия спортсмена обеспечивается целесообразностью его системы движений. Целенаправленность – это наличие цели; целесообразность – соответствие средств задаче достижения цели.

Целесообразность – очень сложное явление, и в разных сферах действительности оно различно. Строго говоря, постановка

цели – чисто человеческая особенность. Только человек предвосхищает в своем сознании результат (цель), к которому должно привести его действие; это **сознательная целесообразность**.

«Целесообразность» в живой природе – это лишь кажущееся наличие цели, за которым, однако, в действительности есть реальные причины, но не цели. Правда, они иные, чем в деятельности человека; в них нет мысленной (сознательной) модели действия. Но здесь результат предыдущих действий влияет на последующие действия. Вследствие этого формируется «модель будущего» на различных уровнях организации двигательного процесса. Цель сознательно не ставится; вместе с тем действие имеет положительный эффект для организма. Короче говоря, здесь **относительная целесообразность** проявляется как относительное соответствие строения и функции организма условиям его жизни, выработавшимся в процессе эволюции и личного опыта. И.Т. Фролов определяет целесообразность в живой природе как морфофизиологическую целостность и приспособленность организма (1961).

Целесообразность машин, созданных человеком, – это уже чисто внешняя целесообразность. Цель ставил человек; он ее заложил в машины, используя механизм обратной связи (В.А. Бокарев, 1966).

Теперь уточним цель в спортивной технике – это результат решения двигательной задачи. Какова же здесь будет целесообразность движений?

Из трех родов целесообразности: сознательной, относительной и внешней в двигательной деятельности человека, тем более в спортивной деятельности, – очень важна сознательная целесообразность. Она определяет требования к спортивной технике. Все более глубокое изучение спортивной техники дает нам нарастающее количество знаний. Создается теория спортивной техники.

Но было бы очень серьезной ошибкой сбрасывать со счета относительную целесообразность многих сторон и особенностей движений, биологическую, неосознаваемую, пусть даже в значительной мере сформированную спортсменом произвольно, сознательно, целенаправленно!

Дело в том, что в огромном количестве процессов, происходящих при выполнении одного спортивного упражнения, сознание спортсмена охватывает в количественном отношении ничтожную долю процента всех процессов (С.В. Янанис, 1957). Сформированная, установившаяся система управления включается спортсменом **произвольно**. Она действует, управляет движениями

в целом произвольно. По И.М. Сеченову, действовать произвольно – значит включать, выключать и изменять (в известных пределах) действие по своей воле. Но главное условие «произвольности» движений – их «заученность», высокий автоматизм, т.е. предварительное создание слаженного управления системой движений.

Если учесть это, то целенаправленность всех (или почти всех) движений в спортивном упражнении обеспечивается их сознательной и относительной (в названном выше смысле) целесообразностью. Понимать это очень важно, так как становление сознательной и относительной целесообразности движений требует различного подхода и методов, о чем будет речь в конце книги.

При анализе целостности системы движений обязательно придется решать вопрос о том, «на основе чего возникает целостность, какие процессы создают ее?» Такой основой служит взаимодействие элементов системы и возникающие при этом взаимосвязи и взаимоотношения (Н.Т. Абрамова, 1962). Всякое взаимодействие представляет собой процесс влияния объектов друг на друга. Это влияние проявляется в форме связей и **отношений**.

Например, при взаимодействии возникают причинно-следственные связи; одно явление служит причиной другого и вызывает определенное следствие. В сложных системах они сменяют друг друга, переходят одно в другое. Существенные внутренние связи явлений рассматриваются как законы; они обуславливают необходимое закономерное развитие. Они выражают отношения между явлениями, определенную упорядоченность отношений.

А отношения представляют собой определенный момент связи явлений и объектов. Все особенности и свойства объектов зависят от совокупности их отношений к другим объектам окружающего мира. Вместе с тем свойства проявляются только в отношении к другим вещам и процессам. Отношения внутри системы (внутренние) охватывают разные ее стороны; особенно важны отношения противоположных сторон. Внешние же отношения – между системой и ее окружением – обусловлены внешними воздействиями, но определяются они внутренними свойствами самой системы.

Так мы подходим еще раз к уточнению представления о структуре системы движений. Структура представляет собой закономерную устойчивую связь и взаимоотношение частей и элементов целого, системы («Философский словарь», 1963). Следовательно,

**структура есть проявление** взаимодействия в системе. Наличие структуры и придает целостность системе.

С повышением организованности процесса движений и его управления, с переходом к новому уровню появляется новый тип целого; менее сложный остается в подчинении у более сложного. Поднимаясь, так сказать, по подсистемам вверх, строя все более укрупненные, а стало быть, и более сложные – **нового типа** – подсистемы, мы одновременно усложняем структуру, создаем в ней новое соподчинение (субординацию). Если же повышение организованности происходит в пределах того же **уровня** управления, той же подсистемы, то возникает только более **сложная** форма целого (того же типа).

В обоих случаях появляется новое качество, которого не было раньше (эмерджентность). Яркий пример новоявленных свойств – составные характеристики или, точнее, характеристики составных движений. Части тела спортсмена связаны друг с другом. Делая шаг вперед, спортсмен переносит вперед туловище; тогда и скорость движения руки, выносимой вперед, складывается со скоростью движения туловища. Значит, в скорости движения перчатки боксера суммировались скорости движений всех частей тела от опоры до перчатки: стопа, голень, бедро, таз, позвоночник, плечевой пояс, плечо, предплечье. Ни в одном суставе не создано еще такой высокой скорости, как суммарная скорость движения руки боксера.

В исследовании, проведенном экс-чемпионом Европы по боксу Б.С. Степановым, удалось установить, что даже лучшие боксеры мира в прямом ударе левой в 95% случаев допускают во время ударного действия не только остановки движения в отдельных суставах, но даже короткие возвратные движения. Конечно, это не может не сказаться и на длительности ударного действия (оно затягивается), и на силе удара (может и усилить, и уточнить его). Наибольшую скорость действия дает лишь сочетание безостановочных целенаправленных составных движений.

Необходимо исследовать способы возникновения положительных и отрицательных новоявленных свойств системы. Нужно знать, как можно их усилить (если это надо) или устранить (если они мешают). Именно так приходится работать над упражнением в процессе тренировки каждого спортсмена.

Каковы же взаимодействия, объединяющие систему движений, определяющие структуру, обуславливающие особенности спортивного упражнения? Схематически их можно представить в следующих связях и отношениях.

**Субординация** (соподчинение) более мелких объединений общему объединению. В самой системе движений каждая деталь занимает свое место, играет свою роль в общем строю, подчиняясь общей целенаправленности. Еще заметнее это в системе управления: главной программе подчиняются частные (Н.М. Амосов, 1965). Воздействия коры мозга организуют подсистемы нижележащих уровней.

Противоположный характер взаимодействия – **автономность** – также оказывается одним из важнейших свойств высокой устойчивости мастерства. Оказывается, что известная самоуправляемость некоторых подсистем и частных структур (отсутствие полной взаимосвязи элементов) просто необходима для действий, не имеющих прямых отношений друг к другу (итеративные подсистемы, по Эшби, 1962, стр. 278). Автономность подсистем и их структур, конечно, относительна. Но очень важно, что она влияет и на стабилизацию (устойчивость), и на адаптацию (приспособление).

**Синергизм** (сотрудничество) – совместная параллельная деятельность подсистем. Синергизм проявляется и в самих движениях (совместные движения частей тела, совместная тяга мышц), и в управлении ими (взаимная стабилизация подсистем, «взаимопомощь» подпрограмм). Иногда в синергизме проявляется полное суммирование – обе взаимодействующие части действуют вместе в направлении, в котором действует и каждая в отдельности. Иногда их действия совпадают лишь частично, а части действия не совпадающие нейтрализуют друг друга.

В последнем случае взаимодействия проявляется противоположное взаимодействие – **антагонизм**. На первый взгляд антагонизм – это помеха. Мышца-антагонист мешает тяге синергистов. Антагонистический процесс ведет в противоположную сторону. Но более обстоятельный анализ показывает, что антагонизм – это неразрывная часть синергизма. Ведь в любом регуляторе должно быть два направления действия: «туда» и «обратно»; «больше» и «меньше». Ни один регулятор не может действовать, если он не в состоянии вернуть регулируемую величину из крайнего состояния, куда он сам ее завел! Так, положительные и отрицательные обратные связи антагонистичны. Они усиливают и ослабляют эффект действия (полезный и вредный для достижения цели). Без участия мышц-антагонистов невозможно регулирование скорости движения звена и по ее величине, и по ее направлению.

Отношения **корреляции** (взаимозависимость, соотношение) можно рассматривать как синергизм. Если происходит внешнее воздействие на систему, то изменения, вызванные этим воздействием, сами, в свою очередь, вызывают коррелятивные, соотносительные изменения. Для корреляции характерно отсутствие прямой пропорциональной зависимости между воздействием и изменением. Кроме главной причины (воздействия), есть еще и побочные. Значит, действуют не одна, а множество причин, в том числе и случайных. Поэтому изменения могут быть большими или меньшими. Если бы причина была единственная и ничто ей не мешало, была бы полная пропорциональность (коэффициент корреляции  $r$  был бы равен  $+1,0$  или  $-1,0$ ). При наличии побочных причин коэффициент корреляции меньше единицы; когда нет никакой зависимости – равен нулю; а если зависимость обратная (чем больше – тем меньше), то коэффициент корреляции имеет знак минус – отрицательная корреляция.

На рис. 32 представлены корреляционные зависимости между характеристиками скользящего шага на лыжах, раскрывающие их значение (Х.Х. Гросс). Теория корреляции как раздел общей теории систем изучает важнейшие коррелятивные связи в системе. Они имеют вероятностный характер, так как зависят не только от однозначных жестких связей; на них влияют и случайные (стохастические) процессы (Л.Н. Самойлов, 1965). Надо добавить, что в более сложных случаях (а их немало в действительности) два элемента могут не просто зависеть друг от друга, а оба порознь зависеть от одного третьего.

В результате корреляции возникает **координация** (нервная, мышечная, двигательная). Координация – это внешнее проявление корреляции. Огромная слаженность, взаимное соответствие в системе движений – это результат корреляционных взаимных связей. И есть известные основания серьезно задуматься над тем, действительно ли всегда управление движениями идет только по принципу: программа (образец) – сличение (установление отклонений) – коррекция (устранение отклонений)? В этой схеме, столь понятной и легко принимаемой, у коррелятивной изменчивости нет своего места, исключается ее роль в управлении... И скажем пока еще очень осторожно: справиться ли без корреляции этой схеме со столь сложной задачей – достижением довольно подвижной цели (возможные варианты) в меняющейся среде?



ляции). Но не всякая независимость еще означает самоуправление, определяющее поведение при достижении цели. Случайность и независимость несущественных деталей лишают их нужды в управлении.

Управление в системе, благодаря влиянию целого на части, позволяет ей сохранять свою целостность, изменять внешнюю среду и организовывать соответственно условиям свое поведение (В.И. Корюкин, 1965). При этом проявляются своеобразные «механизмы усиления» – значительные действия возникают в ответ на малые воздействия. Эти последние как бы гигантски усиливаются. Эвристическое программирование, совершенствующееся с ростом технического мастерства, позволяет опытному спортсмену произвести важнейшее действие (например, в фехтовании), уловив почти незаметный сигнал, только признак намерений противника.

Итак, субординация и автономность, синергизм и антагонизм, корреляция и независимость – вот наиболее типичные взаимодействия в системе движений, которые определяют структуру спортивного упражнения, обеспечивая его целостность. Следовательно, добываясь целостности спортивного упражнения, важно определить значение названных взаимосвязей и взаимоотношений, найти пути их усовершенствования и способы контроля за их изменениями и, главное, эффективностью.

Хочется надеяться, что читатель заметил системность рассмотренных взаимодействий, их структуру как форму объединения их всех воедино...

Некоторые из читателей могут сказать: «Не хочу журавля в небе, дайте синицу в руки! Не хочу этой сложной теории, скажите лучше, что мне сейчас делать?»

В том-то и дело, что невозможно дать один общий рецепт. Надо, чтобы каждый понял основы теории движений («журавль в небе»), и тогда спортсмен совместно с тренером смогут решить, что ему нужно делать каждый день, год и т.д. Тогда можно сказать словами поэта Семена Кирсанова: «Не хочу синицу в руки, дайте журавля в небе!»

Подведем некоторые итоги по тому, что было сказано о двух противоположных тенденциях развития – целостности и расчлененности.

**Целостность** – это объединенность множества движений в единое целое на основе их взаимодействия при подчинении всех частных единому целому.

**Расчлененность** – это различие в целом множества неоднородных частей, взаимодействующих друг с другом при их относительной независимости и неодинаковой роли в целом.

Соотношение обеих тенденций в процессе тренировки изменяется. То одна, то другая «берет верх», играет ведущую роль.

Нередко спрашивают: «А что же следует раньше?» Очень ясно и образно охарактеризовал эти тенденции в развитии организма крупнейший советский биолог И.И. Шмальгаузен: «Целое... развивается одновременно с обособлением частей, по мере прогрессивного усложнения организации; ...организм... не сумма, а система, т.е. соподчиненная сложная взаимосвязь частей, дающая в своих противоречивых тенденциях, в своем непрерывном движении высшее единство – развивающуюся организацию» (1942, стр. 9–10). На разных этапах становится ведущей одна из тенденций, и это положение многократно сменяется. Но никогда другая полностью не исключается!

В результате в спортивном упражнении четко проявляются два свойства: **«многообразие единого»** (множество сторон, особенностей и возможностей) и **«единство разнородного»** (целенаправленность и взаимопомощь множества разных движений, значительных и малозначащих), объединенных в длительной тренировке.

Добиваться расчлененности и объединенности спортсмену и тренеру приходится и теоретически, и практически. Так, В.С. Келлер (1967), изучая единоборства, определяет «действие» и «прием» исходя из того, что они находятся в отношениях системы и подсистемы. Н.М. Галковский («Тезисы конференции по спортивной технике», 1966), пытаясь найти основание для классификации приемов в борьбе, выделяет основную структуру и акцентирующие движения. Это позволяет ему подойти к определению благоприятной динамической ситуации и ее роли в становлении мастерства. Исходя из показателей отклонений, О.П. Топышев раскрывает значение вариативности и подготовительной фазы для стабильности рабочей фазы в волейболе. Разрабатывая аналитико-синтетическую методику обучения прыжкам в высоту, Л.И. Дурсенев (1966) опирается на создание подсистем вне целостного действия и строит из них все действие в целом. Все это – теоретические действия интеграции и дифференциации, имеющие вместе с тем практическое значение.

Исключительно интересно научное открытие П.И. Никифорова (1966), который показал, что положение плечевого пояса

**однозначно** влияет на положения и движения таза и ног (по принципу переключений Магнуса). В разных видах спорта он установил положительное влияние правильного положения плечевого пояса и возникновение ошибок при неправильном его положении. Он установил, что поза верхнего пояса влияет на позы таза и ног, на мощность движений, на интенсивность сокращения мышц, на изменение амплитуды движений и, наконец, на смену двигательной структуры при переходах к следующим фазам. Так, например, при поднимании лопатки вверх усиливается сгибание опорной ноги той же стороны или разгибание маховой; при опускании вниз – сильнее отталкивание одноименной ногой или лучше сгибание маховой. Используя влияние одних подсистем на другие, П.И. Никифоров научился целенаправленно и быстро изменять целое – спортивное действие – и добился больших успехов в подготовке спортсменов высшего класса.

А разве, обдумывая технику, мы не проводим мысленный анализ и синтез? И, наконец, вся практическая деятельность по «отработке» техники есть постоянный практический анализ и синтез в их смене и сочетании, управление тенденциями дифференциации и интеграции.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКЕ**

Устойчивость высоких спортивных результатов – один из важнейших признаков спортивного мастерства. Хорошо известно, что повторить собственный рекорд нелегко, но показывать высокие результаты постоянно, уверенно, а не от случая к случаю, мастер обязан.

Устойчивость иначе называют стабильностью. И обычно устойчивости противопоставляют изменчивость (вариативность) (Н.А. Бернштейн, 1947, стр. 200, 202). Строго говоря, устойчивости следовало бы противопоставить неустойчивость как подвижность (лабильность). Тогда изменчивости (вариативности) противопоставит постоянство (константность). Но так понимают эти термины уже лет двадцать, и, пожалуй, нет еще достаточных оснований, чтобы нарушать традицию: стабильность – это устойчивость, сохраняемость, а ей противопоставит вариативность, изменчивость.

Для системы движений стабильность имеет двойной смысл: а) сохранение состояния (гомеостаз) и б) сохранение целенаправ-

ленного поведения (выполнение программы). При движениях сохранение состояния относится не к самому перемещению (что же сохранять, какое состояние?), а к системе управления движениями. Нужно сохранять ее готовность к действию, способность раз за разом наилучшим способом решать двигательную задачу. Сохранение поведения, выполнение программы кажутся на первый взгляд ясной и простой задачей. А если заглянуть в вопрос поглубже, он окажется очень непростым.

Ну что же, «заглянем в глубь вопроса», постараемся выяснить, от чего следует оберегать систему, что сохранять и каким способом?

На все системы и на систему движений спортсмена и внешнее окружение, и внутренние факторы оказывают постоянно (но отнюдь не постоянное!) воздействие. Это воздействие можно разделить на две группы влияний:

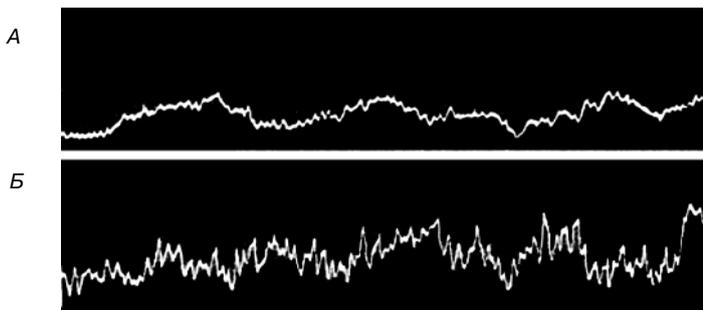
- 1) команда – информация, ведущая аппарат исполнения к цели;
- 2) помехи – информация, препятствующая достижению цели.

Управляющие команды (главным образом внутренние) поступают к мышцам по нервным путям. Управляющую роль могут играть и некоторые внутренние механические силы (вес, силы инерции, трения и др.). Но управляющие воздействия могут поступить иногда и от внешней среды (желоб бобслея, вираж трека и др.).

Помехи, конечно, представлены внешним силовым полем (действие внешних тел: притяжение Земли, трение по опоре, сопротивление мышечных сил противника, силы инерции снарядов и т.п.). Когда действуют механические помехи, в ответ возникают **стабилизирующие** силы. К ним относятся **удерживающие** силы, которые удерживают, не дают развиваться отклонению. А если уж отклонение возникло, то появляются **восстанавливающие** силы, которые ликвидируют отклонение, восстанавливают требуемое состояние или процесс.

Механические помехи движениям – это сбивающие силы. Они возникают и вследствие самостоятельных изменений среды, и вследствие взаимодействия спортсмена со средой, его активных действий. Без таких помех, стало быть, не обойтись. Если есть возможность уравновесить сбивающие силы, т.е. противопоставить им вовремя и равной величины удерживающие силы, то тогда сохранится статическое равновесие. Но не бывает в живых организмах такого равновесия. Даже в любом «самом неподвижном» положении спортсмена наблюдается физиологический тремор

(рис. 33). Получаются колебания вокруг какого-то среднего значения или в каких-то внешних границах: то одни силы перевесят, то другие. Для систем с обратной связью как раз и характерна такая устойчивость колебательного типа (Л.О. Вальт, 1963).



**Рис. 33.** Физиологический тремор кисти  
(по В.С. Гурфинкелю, М.Л. Шиху и Я.М. Коцу):

А – на опоре; Б – на весу

В системе движений спортсмена всегда действуют и внутренние механические помехи, связанные с рассогласованием тяг мышц и реактивными механическими силами. И те и другие почти не предусмотримы и всегда успевают сделать в большей или меньшей степени свое дело – вызвать отклонения. Очень существенное место в появлении этих сил занимают нарушения в процессах управления, внутренние источники помех (случайные отклонения в потоке информации, разного рода рассогласования и др.). Эти нарушения часто вызываются психологическими факторами и немеханическими (жара, сумерки), комплексными, ситуационными помехами и т.п. Одним словом, помех – более чем достаточно. И как ни совершенны способы борьбы с ними, свое дело они делают – всегда возникают отклонения.

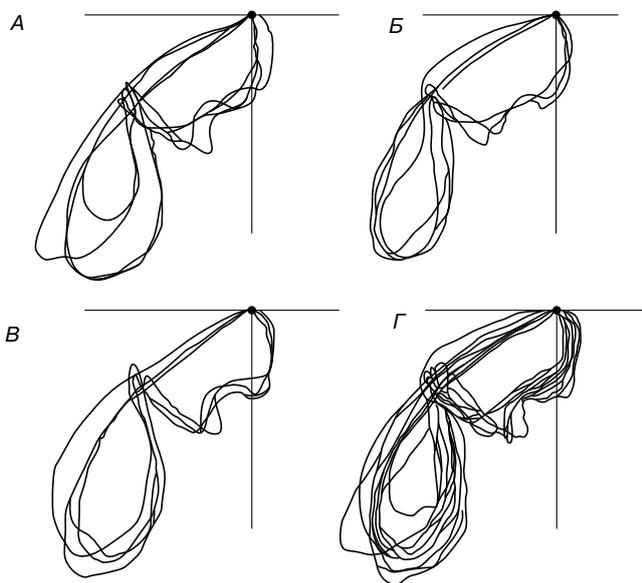
От чего же наблюдаются отклонения? А от всего! От задания: поставлено ли оно тренером или самим спортсменом. От выполнения предыдущего движения: последовательные шаги, гребки, скольжения или повторные попытки. Наблюдаются отклонения при выполнении одного и того же приема разными лицами, при выполнении его в различных условиях. Не бывает прием абсолютно точно повторен во всем, во всех его подробностях.

Наблюдаются отклонения, своего рода разброс, как при стрельбе самого лучшего стрелка. Наблюдаются отклонения по любым

характеристикам: пространственным (траектории, угловые амплитуды), временным (опережения и запаздывания, различие в темпах, рассогласование ритма), пространственно-временным (скорости и ускорения), инерционным (распределение масс при сгибании-разгибании рук, ног, туловища), силовым (силы тяги мышц, их моменты, моменты механических сил, их импульсы, работа и т.д.). Имеется разброс в величинах характеристик, направлениях их векторов, в их взаимодействиях (рис. 34).

Странное получается положение: обсуждаем устойчивость, сохранение, а разбираем все время отклонения, разброс... Очевидно, это все-таки правильные рассуждения. Они приводят к выводу: абсолютной стабильности у системы движений нет и быть не может. И, стало быть, нет нужды к ней стремиться, по крайней мере, нет необходимости сводить до минимума абсолютно все отклонения!

А как же тогда стабильность высоких результатов? Вот мы и подошли к самому важному. Стабильность результатов необходима. Но ее обеспечивает не абсолютная стабильность техники как всей системы движений.

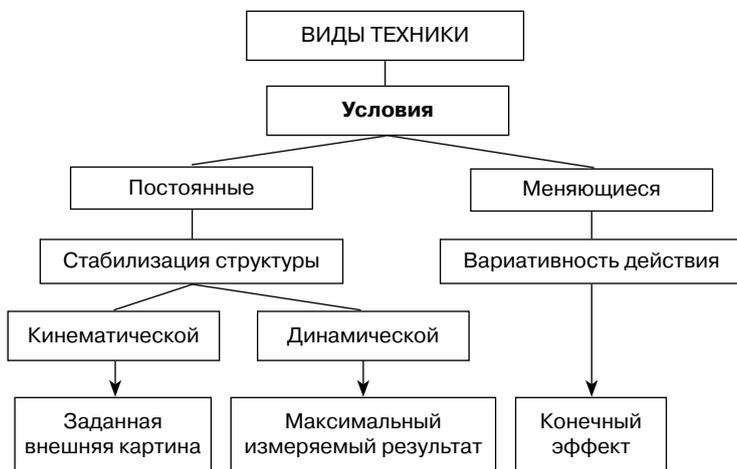


**Рис. 34.** Разброс динамических характеристик отталкивания в прыжке в длину И. Тер-Ованесяна (по В.Н. Муравьеву):  
А – с 12 шагов разбега; Б – с 14; В – с 16; Г – совмещение всех вариантов

За последние годы стало общепризнанным, что, исходя из теории структурности движений, виды спортивной техники надо делить на группы в соответствии с ведущими задачами технических действий. В несколько упрощенном виде это разделение приведено в монографии «Совершенствование технического мастерства спортсменов» (под руководством В.М. Дьячкова, 1967).

Одни виды техники выполняются в относительно постоянных условиях, другие – в переменных условиях. И, исходя из этих особенностей, их можно разделить на следующие группы: 1-я – со стабилизацией кинематической структуры (выполнение заданных форм и характера движений – гимнастика, акробатика, прыжки в воду, фигурное катание на коньках и др.); 2-я – со стабилизацией динамической структуры (достижение максимального количественного результата – тяжелая атлетика, легкая атлетика, активные спортивные локомоции); 3-я – с вариативностью спортивных действий (обеспечение конечного качественного эффекта в переменных условиях – единоборства, спортивные игры) (Д.Д. Донской, 1966, в, 1967) (рис. 35).

Разделение это условное – по ведущей особенности **задаваемой структуры** для достижения важной цели. Все три особенности нужны везде. Для видов техники 2-й и 3-й групп необходимо также стабилизировать в известной мере и кинематическую структуру. Для видов техники 1-й и 3-й групп нужна и стабилизация динамической структуры. Да и для первых двух групп задача вариативности также необходима.



**Рис. 35.** Группы видов техники

Все же даже при поставленных здесь задачах стабильности самих движений в полном смысле не добиться; стабилизируется лишь ведущее, наиболее существенное в них, да и то в известных пределах.

Стабилизация техники означает, таким образом, не столько стабилизацию самих движений, сколько стабилизацию высокого спортивного результата. А это уже совсем другая задача, и достигается она иными путями, чем абсолютная стабилизация всех особенностей движений.

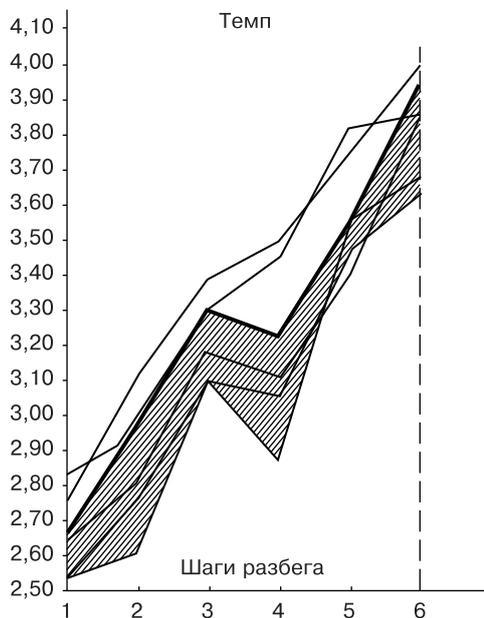
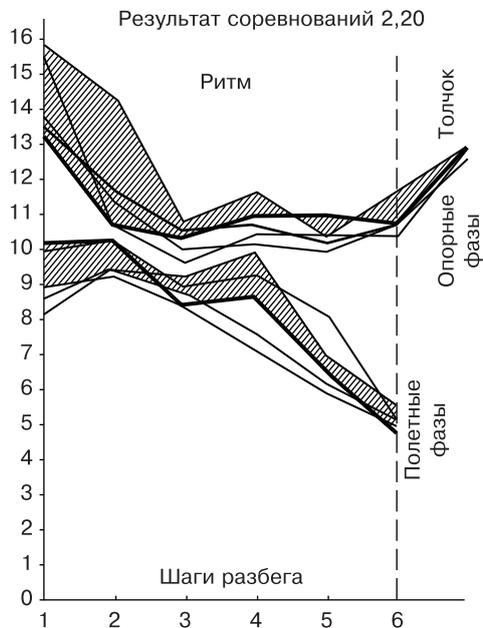
При изучении разброса разных характеристик многих точек тела в различные фазы действия обнаружены многочисленные частные закономерности. Обобщая их, можно сказать, что диапазоны фактических отклонений очень различны. В одних случаях они очень узки, например, для рабочих точек в решающие фазы. В других случаях диапазоны отклонений очень широки, например, для мало существенных характеристик неведущих звеньев в относительно пассивные фазы.

Диапазон отклонений отражает и уровень квалификации спортсмена, но динамика его не прямолинейно проста. У новичков сначала разброс велик – движения не точны. По мере овладения техникой движения становятся точнее, разброс уменьшается. А потом, по мере роста мастерства, вновь расширяется диапазон отклонений. Создается впечатление, что отклонения не мешают высокому результату... Так это и есть в действительности.

По разным характеристикам, точкам и фазам существуют допустимые пределы отклонений (рис. 36). Н.А. Бернштейн (1947) предложил критерий допустимости, исходя из автоматизации движений. Все те отклонения, которые не вызывают деавтоматизации, разрушения, было предложено считать допустимыми. Однако для спортивной техники этот критерий практически недостаточен. В самом деле, можно ли считать допустимыми такие отклонения, при которых только сохраняется управляемость движений, а результаты снижаются?

Для спортивной техники критерием допустимости отклонений нужно считать **эффективность** системы движений. Казалось бы, найдено, наконец, решение: не вызывает данное отклонение снижения результата – допустимо; снижает результат – недопустимо! Но вспомним, что речь идет не об одиночном объекте, а о системе. В разных условиях один и тот же элемент может по-разному взаимодействовать с другими, иметь разное значение. Тогда и допустимые пределы отклонений не смогут быть одинаковыми.

9.1.63 г.  
В. Брумель



**Рис. 36.** Диапазоны отклонений и их допустимые пределы в прыжках в высоту с разбега В. Брумелья (по В.М. Дьячкову)

Теперь следует, наконец, уточнить, все ли отклонения, всякие ли изменения одинаковы?

Обширный экспериментальный материал, накопленный за последние годы, и его теоретический анализ показывают, что в спортивной технике существуют виды изменчивости, имеющие разные значения, возникающие при различных обстоятельствах.

**Приспособительная изменчивость** – одна из наиболее ценных. Ее можно условно разделить на внешнюю (изменения, приспособления, вызванные переменной внешних условий) и внутреннюю (приспособления, вызванные в организме спортсмена внешними факторами). Внешние приспособления – это, по сути, изменения программы в соответствии с особенностями поля действия. Здесь речь идет о тех изменениях, которые опережают сбивающие воздействия. Отклонение еще не наступило, воздействие еще не обрушилось на систему движений. А она уже к нему подготовилась и предупреждает отклонение.

Такие изменения Н.А. Бернштейн называл коррекциями *ante factum* – прелиминарными коррекциями. Они как бы блокируют помехи и обеспечивают движение к цели без значительных отклонений. В узком смысле слова предварительная приспособительная изменчивость – это еще не коррекция, не поправка ошибки, не устранение отклонения. В теории автоматического управления и регулирования такой способ стабилизации называется регулированием по возмущению (см. рис. 11). Он требует опережения отклонения и быстрого действия, осуществляясь ранее самого сбивающего воздействия.

**Компенсаторная** изменчивость тесно связана с приспособительной. Следует учесть, что коль скоро наступили приспособительные отклонения, то изменилось и взаимодействие элементов системы. Приспособительные изменения направлены на предупреждение определенных отклонений; в то же время они сами могут стать причиной внутренних возмущений. На помощь приходят компенсаторные (возмещающие) изменения, обеспечивающие необходимую стабильность структур. Эти компенсаторные изменения имеют корреляционный характер: происходит самонастройка и саморегулирование посредством автокорреляции (Л.Н. Самойлов, 1965). Их можно было бы назвать приспособлениями к приспособлениям...

Характерно, что все компенсаторные явления, в отличие от коррекционных, возникают одновременно с изменением, нарушающим стабильность структуры. А коррекция, исправление означает исправление чего-то, нарушенного ранее.

**Случайная** изменчивость (как показывает сам термин) вызвана случайными, нерегулярными, непредвиденными возмущениями. Они могут быть, могут и не быть; могут быть такими, а могут быть и иными. Сразу же разделим их на **существенные** и **несущественные**. В соответствии с теорией Гельфанда–Цетлина, существенные служат помехами на пути к цели, они вызывают отклонения от установленной программы. Случайные существенные отклонения – это настоящий ущерб, нанесенный «противником» управлению. Это те отклонения, которые выходят за допустимые пределы, и они нуждаются в коррекции, исправлении, если еще не поздно исправлять и можно исправить...

Случайные несущественные отклонения – это, можно сказать, безразличный разброс («все равно»). Однако, как заметил Н.А. Бернштейн (1965, стр. 76), этот разброс не может происходить по статистическим закономерностям распределения, свойственным большому количеству однородных элементов. Здесь же малое количество, и к тому же разнородных, явлений, этот «остаточный разброс» предлагается рассматривать как «поиск» в описанной выше «тактике оврагов» Гельфанда–Гурфинкеля–Цетлина.

**Коррекционная изменчивость** – вот это и есть сенсорные коррекции по Бернштейну (1947); это исправление отклонений от программы, ликвидация ошибок, выявленных при сличении выполнения с «образцом». Эти коррекции возникают в ответ на случайные существенные отклонения после их возникновения. Они являются главным средством приведения хода движений в соответствие с программой, устранения расхождений.

Для сенсорных коррекций этого типа (*post factum*) особенно важны низкие пороги раздражения, высокая чувствительность (улавливающая только еще начавшееся отклонение) и быстрота действия, которые не допустят слишком длительного отклонения. В начале такой коррекции действуют удерживающие силы, которые предотвращают нарастание отклонения. Далее они превращаются в восстанавливающие силы, ликвидирующие отклонение.

В технических устройствах это «регулирование по отклонению» широко распространено... На практике же при такой коррекции исправление запаздывает. В очень быстрых движениях (а таких в спорте более чем достаточно) исправление отклонения «вдогонку» уже не успевает ничего исправить. Существует даже мнение, что в очень быстрых баллистических движениях (ударных, метательных) принцип сенсорных коррекций либо не осу-

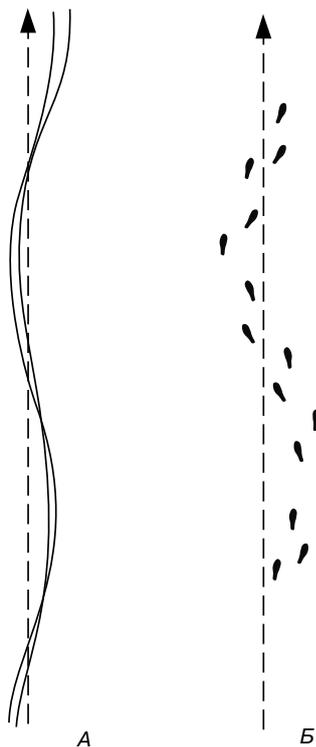
ществляется, либо действует только в самом начале финального усилия (Л.В. Чхаидзе, 1964).

Правда, есть интересные исследования Я.М. Коца, показавшего, что возможно управление ранее заученным движением при отсутствии в настоящий момент обратной связи от исполнительного органа и внешних рецепторов. Можно предположить, что обратная связь в этих случаях идет не от эффекта действия, а от самой «команды» (афферентация «команды») по сокращенному контуру управления.

При коррекции дозирование восстанавливающей силы может быть неточным, и тогда исправляющее воздействие окажется большим, чем нужно.

Наступает гиперкоррекция, чрезмерное исправление («заброс», или «перерегулирование»). Его легко заметить по следу обучающегося велосипедиста или по следам на влажном асфальте (рис. 37), на снегу любого человека, старающегося идти прямо, а не только у нетрезвого.

После гиперкоррекции наступает вторичная коррекция, и все закончилось бы затухающими колебаниями, упоминавшимися выше, если бы не возникали вновь и случайные существенные отклонения, и гиперкоррекции. За последнее время все больше обращают внимание на помехоустойчивость, создаваемую на периферии двигательного аппарата не по механизму центральных коррекций вследствие сличения с программой. Речь идет об автономной (самоуправляемой) реакции на воздействия, своего рода «отпор» воздействию без сличения с заданной программой, в силу устройства самих низовых подсистем. **Поисковая** изменчивость может рассматриваться в свете теории «тактики оврагов» Гельфанда–Цетлина. К ней, вполне возможно, относятся случай-



**Рис. 37.** Гиперкоррекция отклонения («перерегулирование»):  
 А – след велосипедиста;  
 Б – следы идущего человека

ные несущественные отклонения. Но в теории «тактики оврагов» различают локальный и нелокальный поиск, что в общей сумме случайной несущественной изменчивости, пожалуй, никак не выражено.

**Тактическая** изменчивость – самая заметная и резко выраженная. Речь идет о тактических вариантах (подпрограммах), которые в соревновательной борьбе обеспечивают достижение конечной цели несколькими иными путями, чем намеченные. Конечно, значение ее очень велико, но распространена она мало, преимущественно в 3-й группе видов техники (вариативность действий).

По назначению движения могут быть очень разнообразными (рис. 38). Классификация показывает, насколько сложно, а подчас и невозможно дать точную оценку каждому отклонению в каждой характеристике у каждой точки. Но, во всяком случае, ясно, что по одной характеристике или даже по ряду их нельзя судить о стабильности системы. Нужен глубокий конкретный анализ, сопоставление фактов для того, чтобы оценить значение отклонения и его допустимые пределы.



**Рис. 38.** Виды движений в их системе по назначению

Теперь видно, что абсолютная неповторимость системы зависит не только от безграничного числа переменных характеристик, меняющихся по разным законам, а также и от их многочисленных согласований при меняющихся условиях среды. Сюда добавляются приспособительные, компенсаторные и коррекционные изменения. Все это, вместе взятое, и обеспечивает внешне проявляющуюся двигательную координацию.

Совершенная координация дает высокое спортивное достижение и его стабильность. В этом отношении стабильность спортивной техники (как стабильность высокого результата) есть следствие определенного взаимоотношения всех перечисленных видов изменчивости, своего рода **структура вариативности** системы движений.

Центральный вопрос – обеспечение стабильности высокого эффекта спортивной техники – решается в двух направлениях. Первое – обеспечение **наиболее эффективной** системы движений, т.е. такой системы движений, которая наиболее рационально использует законы и биомеханики, и кибернетики, учитывая индивидуальные особенности спортсмена. Высокоэффективная техника должна подкрепляться физическими возможностями и наиболее рациональной тактикой.

Второе – это обеспечение **сохранности**, так сказать, работоспособности, избранной и выработанной линии поведения вне зависимости от препятствий и трудностей. С точки зрения биомеханики можно встречаемые силовые противодействия разделить на две группы: а) **рабочие сопротивления**, преодоление которых и составляет существо двигательного действия; б) **вредные сопротивления**, которые иногда и не устранимы, но преодоление которых не составляет главной задачи действия.

Поясним это на примерах. Если метатель желает послать снаряд подальше, ему нужно на конечном (ограниченном) пути разгона снаряда нарастить его скорость до максимума, придать ему максимальное ускорение. Если делать это на всем пути разгона, то при том же приросте скорости ускорение будет меньшим, чем при наращивании скорости только в самом конце разгона. Во втором варианте разгона снаряда ускорение должно быть огромным, и метателю, образно говоря, не собрать столько сил, чтобы придать снаряду такое ускорение. В первом варианте ускорение, распределенное во все время разгона, будет меньшим, но все же обусловит силы инерции снаряда, равные приложенному к нему усилию метателя.

Стало быть, противодействие сил инерции не может быть ниже какого-то минимума. Это-то противодействие и есть неизбежное рабочее сопротивление.

Другой пример – скольжение на лыже в лыжной гонке. При прежней технике лыжник стремился оттолкнуться ногой возможно больше вперед при длинном выпаде в низкой посадке. Сила трения замедляет скольжение. Нельзя ли ее уменьшить? Современная техника отталкивания ногой – «все наоборот»: больше вверх (тогда создается облегчение давления на лыжу во время последующего скольжения и трение значительно уменьшается) при коротком выпаде (чтобы тело не отставало сзади) в высокой посадке (чтобы быстрее сделать шаг и успеть закончить скольжение за время облегчения) (Х.Х. Гросс). Вредное сопротивление при более рациональной технике уменьшилось, скорость увеличилась, затраты энергии стали меньше.

Одни вредные сопротивления значительны или невелики, но они более или менее постоянны. А другие могут возникать внезапно, случайно и быть довольно мощными. Эти сопротивления (для спортсмена внешние и внутренние) и есть сбивающие помехи. Кроме физических (механических) помех, есть помехи и физиологические, связанные с утомлением, с несовершенным управлением вегетативными функциями, обеспечивающими и энергетическую, и информационную стороны, с рассогласованием функций и т.п. Наконец, уже упоминались психологические помехи, которые, влияя на физиологические функции, могут серьезно нарушить систему движений.

Попробуем рассмотреть в педагогическом плане возможные источники воздействий на спортсмена, точнее на его движения.

Спортсмен всегда тренируется и выступает в каком-то реальном окружении («поле действия», точнее его составляющие – сенсорное и моторное поля). Оно является одним из главных источников помех. Кроме того, на технику спортсмена оказывают влияние (в том числе и помехи) состояние его организма – психологические, физиологические и биомеханические факторы. Наконец, сама двигательная задача, необходимость выполнить определенное, заданное двигательное действие, а не любое произвольное, также служит источником помех.

Запомним: окружение, состояние и задача – вот три источника воздействий на спортсмена, в том числе и сбивающих, которые нас сейчас более всего интересуют.

У спортсмена в распоряжении много способов борьбы с помехами. В технических устройствах автоматическое управление

и регулирование тоже борются с нежелательными помехами. Для этого служат разные виды регулирования. **Стабилизирующее** регулирование поддерживает постоянное состояние. Нечто подобное встречается при статических положениях спортсмена. **Следящее** регулирование вносит изменения в систему в зависимости от внешних условий или протекания какого-то процесса. Следящее регулирование особенно важно в 3-й группе видов спортивной техники – при вариативности спортивных действий в зависимости от действий противника или противников и партнеров. **Программное** регулирование изменяет систему в соответствии с заранее заложенной программой или на основе данных, полученных путем слежения в ходе процесса.

Конечно, основные требования к кинематической (1-я группа) и к динамической (2-я группа видов техники) структурам «заложены» в программу предварительно. Но сколько нужно следящего контроля для изменения самой программы и как необходима стабилизация как средство предотвращения отклонений от заданной и уточняемой программы! Как видно, задачи основных видов регулирования в автоматических устройствах очень похожи на задачи по регулированию системы движений.

Законы регулирования по **отклонению** (сенсорные коррекции) и по **возмущению** (приспособительные отклонения) были приведены выше.

В системах так называемого статического регулирования ликвидация отклонений производится по отклонению самой регулируемой величины. Существуют более сложные и точные системы регулирования, учитывающие не только величину ошибки, но и ее нарастание или уменьшение. Тогда при нарастании ошибки действие регулятора усиливается, а при уменьшении – ослабляется. Такое регулирование предупреждает заброс. Именно так и регулирует что-либо человек при ручном регулировании. Еще совершеннее регулирование тогда, когда величина отклонения определяет скорость действия регулятора.

Этот беглый обзор разных видов регулирования и разных законов регулирования несколько помогает представить себе, насколько сложно регулирование как одна из задач управления.

Организм весьма сложно и своеобразно преодолевает помехи. Особый интерес представляют стадии преодоления реактивных (инерционных) внутренних сил двигательного аппарата при построении системы движений (по Н.А. Бернштейну).

На первой стадии мышцы своими статическими напряжениями фиксируют суставы, уменьшают число подвижных звеньев,

а этим и обилие реактивностей; но движения будут скованными. На второй стадии происходит «физическое гашение» реактивностей; мышцы напрягаются лишь в нужные фазы, гасят реактивности. Движения остаются еще неточными и прерывисто скачкообразными. На третьей стадии реактивные силы включаются в динамическую структуру движений и обуславливают «динамически устойчивую» форму движений, когда сами реактивности не только не сбивают, но и играют важную стабилизирующую роль.

Стабилизирующим действием обладает и кинетическая энергия системы. Увеличение нагрузки (отягощения) или скорости передвижения в спортивной ходьбе заметно сокращает вариативность характеристик (И.П. Ратов и др., 1966).

В психологическом плане появление недопустимых отклонений можно предупреждать произвольно (обеспечивая слежение, концентрируя внимание, создавая многосторонний контроль) и автоматически. Автоматически легче предупреждать мелкие отклонения. Надо заметить, что автоматическая регуляция может быть неосознанной, не доходящей до сознания, и тогда она действует как более совершенная регуляция большого круга особенностей.

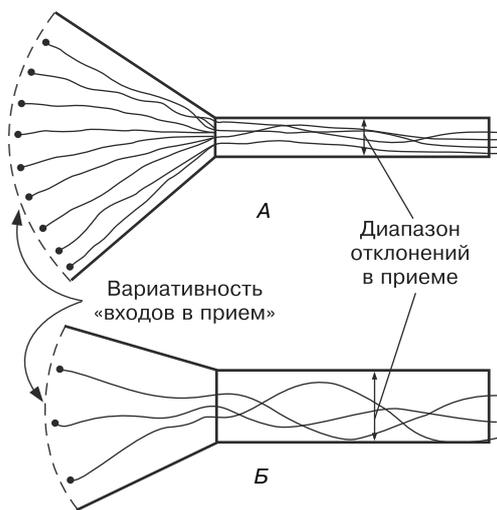
Но она может, не утрачивая автоматизма, быть и осознанной. Иногда это осознание идет в процессе самого управления, иногда отражается с запозданием, вслед за ним. Так, после успешной атаки фехтовальщик, пока судьи обсуждают ее, сам может задуматься: «А что же у меня действительно получилось?»

Помехи могут быть разного происхождения и могут действовать на разные стороны системы движений. Мера помехоустойчивости не едина. Система движений, устойчивая к одним помехам, может быть очень неустойчива к другим. В связи с этим возникает проблема **многомерности помехоустойчивости**.

Нужно вырабатывать стабильность в разных условиях, относительно разных фаз движения, при разных состояниях организма. Прежде всего надо определить наиболее действенные, мощные для данного спортсмена в данных условиях, помехи. Далее определяют менее мощные, менее грозные, но более постоянные, частые помехи.

Особое положение занимают непредвидимые помехи. Как же с ними бороться? Многомерная стабильность повышает устойчивость и к тем помехам, к которым спортсмен специально не тренировался. Надо «привыкнуть привыкать» или «обучаться обучению»!

В 3-й группе видов техники – единоборствах и играх – проведение приема может начинаться из самых различных позиций. Исследования показали, что каковы бы ни были исходные позиции у борца, а проведение основного приема он начинает всегда из определенного исходного положения (А.А. Новиков, 1964, 1967). Стало быть, чтобы провести прием, ему нужно самому прийти и противника привести (!) в необходимое исходное положение. Это очень удачно иллюстрируется схемой «воронки» (рис. 39). Чем шире ее «раструб», тем из большего числа исходных позиций спортсмен может тактически обыграть противника. Чем уже ее «центральный канал», тем менее вариативно выполнение самого приема. В варианте *А* раструб широк, вариативность тактических действий велика, канал узок – устойчиво выполнение приема. В варианте *Б* все наоборот: арсенал тактического обыгрывания (узкий раструб) мал и канал широк – техника борца не стабильна; ему недостает гибкости в тактической подготовке и устойчивости в техническом осуществлении приема.



**Рис. 39.** Вариативность «входа в прием» и его выполнения в борьбе («воронка», по А.А. Новикову)

И то, и другое – недостаток **надежности** спортивной техники. Понятие надежности очень сложное. Успешно разрабатывается и применяется теория надежности. Надежность – это вероятность выполнения определенной функции в определенное время

в определенных условиях (С.Р. Калабро, 1966; В.Б. Коренберг, 1966). В технических устройствах прибавляются еще признаки безотказности, долговечности и ремонтпригодности (И.А. Ушаков, 1967). Возможен перенос многих понятий из области техники на живые системы (А.К. Астафьев, 1967). В спорте надежность означает вероятность выполнения упражнения с заданным результатом в определенное время. Если гимнаст в 10 попытках выполнил упражнение только три раза, превысив оценку 9,0 балла и 6 раз – 8,0, то надежность выполнения с оценкой 9,0 всего 0,30, а с более низкой 0,60 – в два раза большая.

Надежность системы движений зависит от мозга. Поэтому интересны принципы организации, обеспечивающие исключительно высокую надежность мозга. Э.А. Асратян и П.В. Симонов к ним относят:

1) охранительное торможение как защитно-компенсаторную функцию;

2) специализацию центров при гибкой перестройке функций и использовании запасных путей;

3) относительное самоуправление низовых этажей при постоянном подчинении высшим центрам;

4) высокую чувствительность и устойчивость коры мозга, обеспечивающие компенсаторные механизмы временных связей (1963).

Как видим, в этом плане надежность мозга обусловлена не исключительной «прочностью» его механизмов, а их изменчивостью в системной деятельности, динамичностью, приспособительной пластичностью. Следовательно, надежность, как проявление стабильности, также зависит от вариативности.

В электронных устройствах разработаны и изучены способы построения «надежных схем из ненадежных реле» (К. Шеннон, 1963, стр. 114), «надежных организмов из ненадежных компонентов» (Дж. Нейман, 1956). Надежность обеспечивается гибким переключением в структурах системы, а не «сверхпрочностью» элементов и связей.

Применяя эти очень интересные выводы к спортивной технике, можно предположить, что стабильность эффекта (достижений) определяется не столько стабильностью самой системы движений, сколько приспособительной изменчивостью структуры. И спортивная практика, данные экспериментальных исследований подтверждают это предположение.

Соотношение стабильность–вариативность определяет приспособительность техники, ее целесообразность как соответствие

условиям и задаче, ее многообразии, применимости в различных условиях, высокую надежность, позволяющую рассчитывать на заданный результат. Возникает своего рода двуединая задача – через структуру вариативности добиваться стабильности спортивной техники.

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ ТЕХНИКИ ИЛИ ЕЕ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ**

Вопрос стоит так: должна ли техника у всех спортсменов быть одинаковой или неодинаковой? Стандарт – это образец, на который нужно ориентироваться. Нужен ли такой образец, что он собой представляет, как к нему стремиться?

Во многих видах спорта установлены определенные требования: в заплыве на спине нельзя плыть баттерфляем, на дистанции спортивной ходьбы нельзя переходить на бег, в жиме штанги нельзя делать толчок. Но эти требования охватывают только общие основы движений. В них нет указаний по выполнению любой детали, на точные границы движений, их параметры.

Стандартные особенности техники нельзя выработать, ориентируясь только на соответствие самым общим требованиям (в том числе и судейским). В тех случаях, где нет точных правил, стремятся применять наиболее рациональную технику. Так, ни на одном крупном соревновании при прыжке в высоту уже не применяют способы «прямой», «волна», «перекат»; применяют перекидной способ, как наиболее рациональный, лучше всего отвечающий законам биомеханики.

Техника не стоит на месте; она развивается, совершенствуется. И в каждый период времени существует современная, т.е. наиболее передовая техника – самая эффективная из существующих, самая экономичная. Современная – не значит еще самая распространенная. После очередной ступени развития техники проходит еще немало времени, пока она распространится. Даже бывает так: к тому времени, когда она станет самой распространенной, она уже начнет стареть...

Современные требования к технике складываются не сразу. Они возникают вследствие вариативности, изменчивости техники. И случайно, и целенаправленно в десятках и сотнях тысяч попыток ищут новые варианты. В одних случаях их можно было бы в принципе найти намного раньше (перекидной прыжок, лыж-

ный ход с отталкиванием вверх); для этого не нужно ни нового инвентаря (фибергласовый шест), ни более высокого уровня физической подготовки (новые силовые и сложные элементы в спортивной гимнастике). В других случаях появление новых вариантов связано с появлением нового инвентаря, повышением уровня подготовленности, с методикой тренировки. Так или иначе главный, первый, источник прогресса – изменчивость техники, ее варианты, поиски этих вариантов.

Далее вступает в действие следующий фактор прогресса – отбор. В практических пробах, соревнованиях неудачное отсеивается, а наиболее эффективное **закрепляется**. Дальнейшее распространение иногда зависит и от случайностей. Если более совершенной техникой владеет победитель, внимание обратят раньше. А если ею пользуется менее сильный в других отношениях спортсмен, то новый вариант может быть и не признан. Немалую роль играет наука. Заметить ростки новой техники, изучить их, понять, объяснить, широко популяризировать – в этом задача науки. А ее возможности ускоряют прогресс техники.

Итак, в стандарт должны входить требования, отличающие данное упражнение от других, и наибольшая для современности эффективность. Но будет ли тогда приемлем эталон как точный образец меры, по которому надо оценивать все особенности техники? Под стандартом понимаются в данном случае только общие требования. При этом обязательно устанавливаются те или иные «допуски», предусматриваются отклонения, разброс. А под эталоном – точное следование всем особенностям образца. Надо сразу сказать, что современная теория спортивной техники, исходящая из структурности движений, против эталона, но за стандарт.

Быть может, найдутся желающие поспорить о терминах; спор идет не о них. Спор идет, по существу, о том, должна ли техника всех спортсменов быть совершенно одинаковой, соответствовать единому эталону? Ответ может быть лишь один: быть такого не может, и стремиться к этому не только бесполезно, но и вредно.

Все люди обладают общим сходством: их тело устроено по единому плану, имеет общие функции и определенные пределы, лучше сказать, границы возможностей. Но каждый человек отличается от другого своими особенными чертами. Между этими двумя крайностями (все одинаковы – все различны) есть еще и нечто промежуточное. Можно объединить спортсменов в сходные группы – с более и менее общим типом телосложения, с более и менее сходным уровнем развития функций.

По-видимому, на характер техники спортсмена так или иначе влияют две особенности: телосложение и функциональные возможности. К особенностям формы и строения тела, влияющим на технику, относятся рост, длина звеньев тела как рычагов, пропорции частей тела. С ними тесно связаны величина масс тела и особенности их распределения (моменты инерции). Интересные исследования А.И. Мульчина показали, что у штангистов мирового класса во всех весовых категориях имеются представители основных типов телосложения, влияющих на технику; математико-статистическое исследование (многофакторный анализ) использовано, чтобы оценивать значение особенностей телосложения для индивидуализации техники. Подобные же исследования проводит Э.Г. Мартиросов (1966). На 200 мастерах спорта, членах сборных команд СССР по вольной и классической борьбе, он обнаружил зависимость их технического арсенала от пропорций тела.

Не меньшее значение имеют и функциональные возможности двигательной деятельности. Изучение топографии мышечной силы (А.В. Коробков, Г.И. Черняев, А.И. Мульчин, А.А. Чистяков, В.И. Чудинов и др.) показало, что для каждого вида спорта характерен определенный профиль развития силы мышечных групп. А в пределах каждой спортивной специализации можно отчетливо определить требования к неравномерному развитию групп мышц; для каждого вида техники есть ведущие группы мышц, относительно больше других развитые у сильнейших спортсменов.

Влияние скорости движений на технику изучено меньше. В исследованиях В.М. Зацiorского и М.А. Годика (1966) убедительно показано, что нет единого качества «быстрота», а есть комплекс скоростных качеств, относительно мало связанных друг с другом. К ним относятся, по меньшей мере, быстрота двигательной реакции, быстрота одиночного движения, темп односуставных движений, быстрое начало движения («резкость») и, возможно, некоторые другие. Можно полагать, что уровень и профиль развития скоростных качеств спортсменов (и всех людей) также характеризуется своеобразной топографией. Нужно считать, что профиль физической подготовленности определяется комплексом двигательных качеств (сила, быстрота и др.). А каждое качество тоже комплексное, например, сила: статическая, максимальная, скоростная (Ю.В. Менхин, 1967), динамическая; сюда же входят силовая выносливость, градиент силы и др. Стало быть, подготовленность характеризуется «спектром» – системой силовых, скоростных и других качеств.

Существует еще огромное количество индивидуальных особенностей, влияющих на технику. Например, «привычка» к технике. Известно, что даже несовершенная, но хорошо автоматизированная техника кажется спортсмену лучше, «удобнее», чем более совершенная по структуре, но еще «непривычная». А о психологических факторах и говорить нечего: на выбор и освоение техники они оказывают огромное влияние.

Раз спортсмены обладают большими индивидуальными различиями, то, естественно, они не могут совершенно одинаково овладеть техникой. Да и в такой «единой» технике они не смогли бы показывать свои высшие результаты. Техника у всех спортсменов несет на себе индивидуальные отпечатки, следы, имеет индивидуальный характер.

Неправильно считать, что каждый спортсмен обладает своей индивидуальной техникой: сколько спортсменов, столько и техник... Это слишком упрощено и лишает нас главного – критерия как мерила требований к технике.

Индивидуальная техника вследствие личных особенностей спортсмена отличается от образцовой стандартной техники (В.Б. Коренберг). Индивидуализация техники заключается в приведении ее в относительное соответствие с теми индивидуальными особенностями физического развития и подготовленности спортсмена, которые способствуют повышению результата.

Типовые особенности телосложения и подготовленности спортсменов позволяют найти и «типовую» индивидуализацию техники для спортсменов этого типа. А сугубо личные особенности требуют «персональной» индивидуализации.

Индивидуализировать технику спортсмена можно, решая последовательно следующие задачи: а) отразить в технике положительные (для данного упражнения) особенности спортсмена – анатомио-физиологические и психологические; б) добившись «подтягивания отстающих сторон», продолжать изменение техники (определяемое этими сдвигами), развивая физические возможности; в) продолжать сопряженное развитие и физических возможностей, и системы движений, добиваясь неуклонного роста результатов.

Такое совершенствование будет продолжаться до тех пор, пока спортсмен тренируется и выступает. Только возраст и связанное с ним (несмотря на правильную тренировку) снижение физических возможностей прекратит рост результатов. Нередкое мнение: «я уже достиг вершин мастерства, меня эта техника вполне удовлетворяет» – неправильно. Мастерство – не состояние,

а процесс постоянного совершенствования. Даже если результаты спортсмена уже снижаются, а он не хочет уходить из спорта, ему все равно надо работать над техникой, перестраивать ее на уровень снижающихся сил, чтобы лучшим образом их использовать. И тем более ему надо совершенствовать технику, если он собирается передавать свой опыт, умения, знания другим, переходит на тренерскую работу.

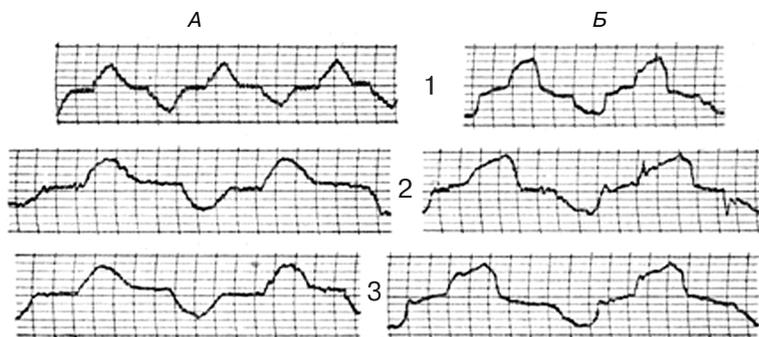
Основой для индивидуализации остается соблюдение стандартности техники как средства, обеспечивающего основные общие требования к ней (Д.Д. Донской, 1966, а). Стремление одновременно к одинаковости и неодинаковости – это сохранение основ техники при их реализации в конкретных условиях.

Необходима **мера стандартизации**, которая не позволит всех обезличить. Также необходима и **мера индивидуализации**; нельзя любую особенность техники данного спортсмена считать индивидуализацией; так недолго и любую ошибку возвести в индивидуальный стиль.

Индивидуальный стиль как определенный перенос особенностей движений на разные системы существует. В.К. Бальсевич обнаружил, исследуя опорные взаимодействия при отталкивании в легкоатлетических упражнениях (1965), не только большой индивидуальный разброс, но и проявление однотипных особенностей в разных отталкиваниях (рис. 40).

Само собой разумеется, что если индивидуальные особенности идут вразрез с требованиями рациональной техники, над ними следует серьезно задуматься. По-моему, единого решения нет. Надо хорошо продумать, велико ли противоречие, сильно ли расхождение между требуемым и возможным, что в данном конкретном случае целесообразнее – пожертвовать «индивидуальностью» или «рациональностью»? Иначе говоря, стоит ли сейчас спортсмену при его данных, его достижениях ломать технику ради требований общего стандарта? Или, может быть, ему лучше использовать свои возможности, отступая, например, от жесткого применения законов механики? Повторяю, такое решение, по-моему, должно приниматься строго индивидуально, а не исходя из единого для всех принципа.

Закладывание «школы» данной техники в детском и юношеском возрасте – одна из решающих проблем «большого спорта». Чтобы готовить спортсменов мирового класса, необходимо с детского возраста прививать им такую «школу», которую потом не придется переделывать. В первую очередь это касается техники.



**Рис. 40.** Индивидуальные особенности отталкивания у двух спортсменов (А и Б); динамограммы:

1 – в кроссовом беге; 2 – в спринте; 3 – в разбеге для прыжка в длину; запись 1-я в два раза медленнее, чем 2-я и 3-я (по В.К. Бальсевичу)

Чему учить с детства, какой технике? Конечно, не технике мастеров высшего класса! В ней выражаются, проявляются чрезвычайно высокие физические возможности, которых не может быть у детей и подростков. Очень характерны данные И.А. Фесенко (1966) о том, что бег детей по внешней картине движений иногда напоминает бег сильнейших спринтеров мирового класса. Но это вовсе не значит, что их бег одинаков; это только его кинематика. А динамика, конечно, хотя бы в количественном отношении, несравнима. Оказывается, что наши разрядники и мастера-спринтеры несут на своей технике отпечаток неправильно понятых и неумеренно примененных беговых упражнений. На естественную технику «наложены» ненужные и вредные для результата особенности. Если бы с детства была сохранена требуемая кинематика, в дальнейшем поставленная на фундамент физической подготовки, то при правильной технике можно было бы ожидать более высоких результатов (В.Н. Воробьев, В.И. Муравьев, 1966).

«Школа» в технике – это выявленные основы стандарта, т.е. общих требований, которые могут и должны быть заложены с детства с тем, чтобы в последующие годы происходила их постепенная перестройка, но не ломка. Совершенствование, но не переучивание!

Тем не менее индивидуализация и в начальном обучении очень полезна. Другой вопрос – легко ли это сделать? При групповом обучении – нелегко. Используя средства срочной информа-

ции при обучении студентов прыжку в длину, удалось добиться быстрых темпов усвоения упражнения и высоких результатов (Д.Д. Донской, В.Н. Муравьев, 1965). Оказалось, что на первых попытках прыжков в длину отразилась спортивная специализация студентов (фехтование, акробатика, баскетбол и др.), а также их индивидуальные особенности. Учитывая эти особенности, удалось подобрать индивидуальные средства обучения – обоснованные указания и требования, которые контролировались при выполнении.

Можно сказать, что в процессе спортивной подготовки идет своеобразное взаимодействие этих противоположных тенденций. Индивидуализация в определенном смысле опирается на стандартизацию. Происходит перестройка индивидуального профиля физического развития и подготовленности в соответствии с требованиями стандарта. Вместе с тем происходит и своего рода приспособление стандарта к индивидуальности. На основе стандартных требований, а иной раз и при частичном их изменении (в исключительных случаях) идет установление относительного соответствия требований техники и возможностей спортсмена.

Можно, немного, быть может, преувеличивая, сказать: индивидуализация – это степень сохранения стандартизации, высокая индивидуализация – это наибольшее сохранение стандарта! Часто утверждают, что на высших ступенях мастерства индивидуализация техники особенно важна, выходит на первое место. Это верно. Но это не значит, что техника перестала отвечать основным требованиям. Наоборот, она приведена посредством личных особенностей в наибольшее соответствие с этими требованиями и поэтому-то и может обеспечивать рекордный результат.

Надо только очень строго уточнить, в чем же заключаются эти требования, каково содержание стандарта. Можно назвать десятки диссертационных исследований, направленных на обоснование требований стандарта. И, как правило, оказывалось, что представления о технике во многом не отвечали действительности. А представление о технике как предмете, которым нужно овладеть, заставляло существенно изменять методику тренировки. Поскольку техника все время развивается, эта задача не может быть никогда исчерпана. Необходимо постоянно следить за развитием техники и, уточняя стандарт, направлять и ускорять ее развитие.

Что же касается индивидуализации, то сейчас наша наука делает в этом направлении только первые, но вполне успешные шаги (В.М. Дьячков, 1967). Научные бригады ведут врачебно-

педагогический контроль в процессе совершенствования мастерства спортсменов высшей квалификации. Тесное сотрудничество научного и тренерского состава позволяет индивидуализировать подготовку, в частности техническую. Получено много данных, раскрывающих проблемы спортивной подготовки. Многие из этих материалов послужили основой теоретических разработок настоящих очерков.

## **КАК ОВЛАДЕВАТЬ СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКОЙ**

Все, что было изложено в предыдущих очерках, направлено на решение главной задачи: овладение техническим мастерством. Наверное, всем известно, что этот путь беспределен. Однако в нем можно выделить два этапа. Второй этап – совершенствование спортивной техники – как раз и не имеет пределов. А первый этап – становление спортивной техники – довольно определенно ограничен. Совершенствовать можно лишь то, что уже есть, уже достигнуто. Вот достижение определенного уровня, овладение спортивной техникой и будет рассмотрено в настоящем очерке.

Под техникой какого-либо вида спорта обычно понимают совокупность способов действий или спортивных упражнений, применяемых в соревновательной борьбе (Н.Г. Озолин, 1964, стр. 137). Физические упражнения, применяемые только в тренировках, – не основные спортивные упражнения, в технику вида спорта не входят. Каждое основное спортивное упражнение может быть либо более или менее простым действием, либо сложным, состоящим из ряда менее простых действий. Так, в единоборствах В.С. Келлер (1966) предложил различать приемы (положения и движения с характерной двигательной структурой, взятые вне тактической ситуации) и действия (прием или несколько приемов, применяемых для решения конкретной тактической задачи). Так, приемы – исходные положения, передвижения, удары, захваты и т.п. – могут, входя в разные действия (подготовка, нападение и оборона) в разных сочетаниях, иметь различное назначение, а следовательно, и характер.

К сожалению, в теории спортивной техники еще мало разработаны подобные классификации. А они должны играть важнейшую роль в построении программы обучения (Ю.К. Гавердовский, 1967). Глубокий анализ приемов и их соединений в действиях совершенно необходим в 3-й группе видов техники (вариативность действий). В 1-й и во 2-й группах на первый план выдвигаются

вопросы анализа подсистем при их объединении в различные задаваемые структуры (стабильная кинематика или динамика).

Техникой спортивного упражнения (действия, приема) называют совокупность (систему) целенаправленных, рациональных движений, обеспечивающих оптимальное решение спортивной задачи. Эта система движений характеризуется точным выполнением требуемого задания и высокой экономичностью – КПД (коэффициентом полезного действия).

Известно, что техника в разных условиях и при разных требованиях имеет варианты. Возможна различная их трактовка. В.Б. Коренберг, выступая на дискуссии по структурности движений (ГЦОЛИФК, 1965), предложил различать следующие виды техники: 1) образцовая – наилучшим образом решает задачу в оптимальной ситуации; 2) рациональная – отражает двигательные и психические возможности и особенности конкретного спортсмена (принципиально не отличается от образцовой); 3) целесообразная – наилучшая в нестандартной (существенно отличающейся от оптимальной) обстановке, в заранее известной ситуации или в случае нестандартных требований к результату или форме выполнения упражнения; 4) приспособительная – наилучшая в нестандартной и непредвиденной заранее ситуации; 5) индивидуальная – постоянная у данного спортсмена, принципиально отклоняющаяся в деталях от образцовой.

Можно спорить о применении терминов, о частностях определений, но, по-моему, здесь схвачено нечто существенное. Во-первых, есть оптимальный общий образец – стандарт; он «обезличен» относительно исполнителя и реальных (почти всегда не оптимальных) условий. Далее, есть личная техника, особая у каждого спортсмена, но не резко отличная от стандарта. У немногих спортсменов, имеющих значительные особенности, есть индивидуальная техника, отличная в деталях от стандарта, но в целом соответствующая основным его требованиям.

У основных двух видов техники (личная и индивидуальная в изложенном здесь смысле) должны быть две группы вариантов: а) для нестандартной, но предвидимой ситуации – целесообразная и б) для нестандартной и непредвидимой ситуации – приспособительная. Эти два варианта не кажутся столь строго различимыми и необходимыми. Поэтому, еще более обобщая, получим всего три градации постепенного перехода:

1) стандарт, 2) его приспособление к спортсмену и 3) его приспособление к ситуации. Отсюда вытекает требование: обеспе-

чение стандартности (в лучшем смысле этого слова) как овладение основами индивидуализации и приспособительной изменчивости.

Поскольку очерки посвящены теории структурности движений, овладение техникой и ее совершенствование будут в большей степени рассмотрены с биомеханической и кибернетической стороны, чем с педагогической, психологической и физиологической. Овладение техникой в разбираемом плане есть становление системы движений как ее изменение, развитие. Следование современному «стандарту», основным его требованиям, характеризующим именно данное упражнение, отражается в так называемом **основном механизме** упражнения (Д.Д. Донской, 1958, а, стр. 260).

Механизм в теории механизмов машин (В.А. Юдин, Л.В. Петрокас, 1967) – это устройство для передачи и преобразования движений и скоростей. В суставах и мышцах спортсмена заложены бесчисленные возможности механизмов (А.А. Ухтомский), а складываются и реализуются в упражнениях очень и очень немногие из возможных. В каждом упражнении его основной механизм определяет главные силы и их источники, порядок их сочетания и обеспеченную этим внешнюю форму и характер движения. Это понятие близко к представлению Ю.В. Верхошанского о динамической структуре (1966, б), но несколько шире, так как предусматривает и кинематическую структуру. Динамика в сложных системах может быть сходной при различной кинематике, а следовательно, и различная динамика может обусловить сходную кинематику.

Изменение, развитие системы движений происходит при диалектическом взаимодействии противоположных тенденций развития, описанных выше (интеграция–дифференциация, стабилизация–вариативность, стандартизация–индивидуализация). Далее будут разобраны: произвольность управления–автоматизация, фиксация достигнутого–прогрессирование. Все эти тенденции проявляются в своем единстве; ни одна из них невозможна без другой; ни одна полностью не исключает другую. В этом смысле все они одинаково необходимы! Эти тенденции объективны, существуют независимо от воли и желания тренера и спортсмена. Но, познав эти тенденции, мы получаем возможность управлять развитием, усиливая и ослабляя тенденции, чередуя их, придавая ведущую роль одной из них. Этим можно объяснить те интуитивные действия тренера в процессе обучения спортсменов, которые приходят с опытом.

Когда говорят о спортивной технике, то нередко смешивают разные понятия, изменяют ее смысл. Совершенно правильно, когда спортивная техника понимается как система движений, как реальное **действие** спортсмена. Иногда спортивная техника рассматривается как наличие навыков и умений, **возможностей** спортсмена. Возможности, конечно, проявляются в действии. Но техника – это ведь не сами возможности, которые надо еще реализовать в действительности: то ли выйдет, то ли нет... Техника – это само действие. И совсем уже неверно считать, что спортивная техника – это только отражение в нашем сознании действия, знание о **системе** движений.

Чтобы спортсмен мог совершенно выполнять действие, необходимо, чтобы он им овладел, т.е. создал, накопил возможности. Этот процесс будет более успешным, если с накоплением возможностей – навыков и умений – у него сформируются и знания. Соотношения между этими понятиями ясны: выполнение действия – овладение возможностями выполнения действия – знание о действии. Они тесно сопряжены, но смешивать их не следует. Надо помнить, что когда мы говорим «овладеть техникой», то понимаем, что это значит реально проявлять техническое мастерство в действиях, а не обладать потенциальными возможностями или знаниями.

Каков же путь овладения техникой, можно ли его себе представить как плавное, постепенное восхождение к цели? Накопленный практический опыт и его теоретическое осмысление дают право говорить: овладение техникой – не монотонный равномерный процесс; он имеет ступени, скачки, может быть разделен на этапы.

Каковы же эти этапы? В определениях разных авторов они близки, сходны, но во многом не совпадают. Единства в мнениях здесь нет.

Рассматривая физические упражнения как двигательный навык, А.Н. Крестовников выделял три фазы:

- 1) изучение отдельных элементов и объединение ряда отдельных частичных действий в одно целостное действие;
- 2) устранение излишних движений и излишнего мышечного напряжения;
- 3) дальнейшее совершенствование двигательного навыка путем уточнения деятельности целого ряда афферентных систем.

Очень важно примечание: «в зависимости от сложности движений количество фаз при образовании двигательного навыка

может изменяться» (1951, стр. 243). В целом это ближе к последовательным педагогическим задачам, чем к раскрытию этапов становления навыка в физиологическом и психологическом планах.

В.С. Фарфель в 1948 г. считал, что «первой стадией образования двигательного навыка является совершенствование чувствительности афферентной системы и ускорение реагирования на афферентные импульсы со стороны центральной нервной системы» (1948, стр. 248). Это уже характерные физиологические особенности. Далее он обращал внимание на переход от иррадиации (чрезмерного разлития возбуждения) к точной дозировке импульсов. У М.И. Виноградова (1958, стр. 304–312) описаны три стадии формирования динамического стереотипа в свете изменения лабильности и усвоения ритма: 1) нарастающая и непреодоленная дискоординация (иррадиация возбуждения); 2) усвоение ритма; 3) устойчивый двигательный стереотип.

Стадии: 1) генерализации рефлексорных ответов; 2) их уточнения и 3) максимальной координации – выделяет Н.В. Зимкин (1955, стр. 47–48). В.В. Васильева и Е.К. Жуков называют фазы: 1) генерализации; 2) концентрации тормозно-возбудительных процессов и 3) стабилизации (или автоматизации) (учебник «Физиология человека», стр. 442–444).

Эта же линия обстоятельно разработана В.Д. Мазниченко (1964), который показал соответствие этапов обучения стадиям образования навыков (рис. 41).

Однако в своем определении двигательного навыка человека Н.Н. Яковлев, А.В. Коробков, С.В. Янанис (1957) особенно подчеркивали его специфику: «у человека двигательный навык является приобретенной формой условнорефлекторной двигательной реакции, формируемой при взаимодействии первой и второй сигнальных систем» (стр. 74). Выделяя всего две стадии образования условного рефлекса (генерализация и концентрация), они предупреждают: «указанные стадии в образовании условных рефлексов мы еще не можем связывать с различными более многочисленными стадиями становления умений, двигательных навыков, которые различаются в педагогическом процессе» (стр. 79).

Здесь, пожалуй, впервые настойчиво указывают на различие между физиологическими стадиями образования условного рефлекса и формирования динамического стереотипа, с одной стороны, и образованием двигательного навыка человека, с другой стороны. Отмечу, что все перечисленные определения целиком исходят только из физиологических механизмов условного реф-

лекса или системы безусловных и условных рефлексов динамического стереотипа. По-видимому, механизм временной связи принимался здесь как исчерпывающее объяснение овладения техникой.

В настоящее время рефлекторная теория прошла сложный и стремительный путь развития, обогатившись новыми экспериментальными данными, новыми идеями, новым подходом. Современная рефлекторная теория под влиянием новых нейрофизиологических концепций сделала значительный шаг вперед.

	<b>Стадия образования навыка</b>	<b>Этап обучения</b>	<b>Задачи обучения</b>	<b>Особенности методики</b>
I	Создание первоначального представления и установка на овладение	Первоначальное ознакомление с действием	Передача сведений для формирования представлений и установки Создание чувственного представления	Словесные Наглядные Практические
II	Образование первоначального умения	Первоначальное овладение действием	Владение основной техники действия и его общим ритмом	Словесные, зрительные, звуковые Разучивание по частям
III	Формирование совершенного умения	Уточнение двигательного действия	Детальное овладение техникой	Целоостные Соревновательный
IV	Становление навыка	Закрепление двигательного действия	Закрепление изученного действия Совершенствование деталей	Целостное исполнение в неизменных условиях Состязание на технику
V	Достижение вариативности навыка и умения его применять	Достижение мастерства владения действием	Вариативное применение в меняющихся условиях Индивидуализация мастерства Умение соединять действие с другими Совершенное владение техникой при максимальных усилиях	Варьирующее упражнение при целостном исполнении Соревновательный

**Рис. 41.** Стадии образования навыков и этапы обучения  
(по В.Д. Мазниченко, 1964)

Н.А. Бернштейн, отрицая рефлекторную теорию как основу всей жизнедеятельности, в том числе и двигательной, развивал теорию уровневого построения движений на основе механизма сенсорных коррекций при отклонениях от запрограммированного решения двигательной задачи (1947).

Выше уже отмечалось, что сейчас почти общепризнана неправомочность полного противопоставления рефлекторной теории и теории биологии активности Н.А. Бернштейна (1961, а). Теперь же нам важно оценить самое существенное, что отличает современные взгляды на управление движениями.

В своей основной монографии «О построении движений» Н.А. Бернштейн определял двигательный навык как координационную структуру, представляющую собой освоенное умение решать тот или иной вид двигательной задачи. Здесь же были отмечены, во-первых, активность искания все более соответствующих решений осваиваемой двигательной задачи; во-вторых, вариативность самой задачи и обстановки. В начале работы над навыком требуется варьирование **решения**, а впоследствии и варьирование **самой задачи**, а стало быть, и решение этих вариантов.

Весь процесс построения двигательного навыка Н.А. Бернштейн делил на два периода. В первом периоде (без особого названия) происходит установление ведущего уровня построения движений, двигательного состава, необходимых коррекций и процесс автоматизации (переключений, фоновых коррекций движений в низовые уровни). Если все предыдущие авторы считали, что стадией автоматизации заканчивается все формирование навыка, то здесь ею завершается лишь первый период, и это исключительно важно! Во втором периоде (стабилизация) происходит срабатывание уровней, стандартизация двигательного состава и стабилизация (устойчивость против сбиваемости) двигательного акта.

**Ведущий уровень** определяется смыслом двигательной задачи, и почти во всех двигательных действиях спортсмена это корковый уровень «предметного действия». **Двигательный состав** устанавливается при подражании, при объяснении с показом – с неизбежной при этом индивидуализацией движений. Установление **коррекций** включает поиск чувствительного контроля за ходом движений с использованием «фонов» (коррекций подчиненных движений, которые могут использоваться и как самостоятельные) и формированием «автоматизмов» (специально созданные коррекции низовых уровней для обслуживания ведущего

уровня – смысловой структуры действия). Здесь **автоматизация**, завершающая первый период, еще продолжается во втором; идет использование старых фонов и автоматизмов, а также и выработанных новых, что качественно изменяет управление движениями.

Второй период построения навыка начинается со **срабатывания** координационных элементов навыка между собою, устранения разнобоя и рассогласования между ними. Параллельно и совместно идут процессы **стандартизации**. Под ними здесь понимается сохранение устойчивых, стандартных форм движения в пределах допускаемой вариативности (сохранение автоматизации). Сюда относятся и способы преодоления реактивных сил (сковывание, выключение, использование). Кроме того, Н.А. Бернштейн выделяет еще процессы **стабилизации**, обеспечивающие сопротивляемость сбивающим влияниям. Очень существенно, что и стандартизация (уменьшение вариативности), и стабилизация (расширение диапазона допускаемой вариативности) ведут к повышению устойчивости двигательного акта.

Таковы в самом сжатом виде основные стадии построения движений на основе принципа сенсорных коррекций. Самое существенное в этом: «выработка навыка – это не заучивание постоянной формулы двигательных импульсов» (1946, стр. 346). Это фундаментальное положение накладывает отпечаток на всю спортивную педагогику: должен идти поиск не постоянного способа решения задачи, а процесса **решения** этой задачи меняющимися способами.

Эти положения противостоят неправильным, упрощенным взглядам на стереотипизацию в рефлекторной теории как на якобы абсолютно точное повторение одного и того же движения во всех условиях. Но эти положения не противоречат представлению о динамической стереотипии как о пластической, приспособительной системности в работе мозга. Более того, новые взгляды, правильно поняты и применены, конкретизируют и развивают понятие о динамической стереотипии как о приспособительной системности.

Важно подчеркнуть, что физиологические схемы почти всегда упускают из вида, во-первых, что любой обучаемый человек – не «чистая доска» (*tabula rasa*), на которой пишут впервые; он обладает тем или иным двигательным опытом. И, во-вторых, система движений, которая формируется, сама состоит из подсистем, каждая из которых тоже имеет подсистемы. И все они проходят соот-

ветствующие стадии и одновременно, и последовательно в сложном взаимодействии. При этом используются и двигательный опыт, и способности по-разному «схватывать» детали, строить систему. Как же можно уложить формирование разнообразных сложных действий у людей с различным опытом в единую схему ряда стадий?

Как мне думается, решать вопрос надо иначе. Не может быть при названных условиях типичных, одинаковых для всех периодов, стадий или этапов. Но протекают в разном сочетании и последовательности сходные по существу процессы. А эти процессы разрешают определенные, объективно возникающие задачи. Следовательно, речь идет не столько о периодизации обучения вообще, сколько о постановке реальных педагогических задач.

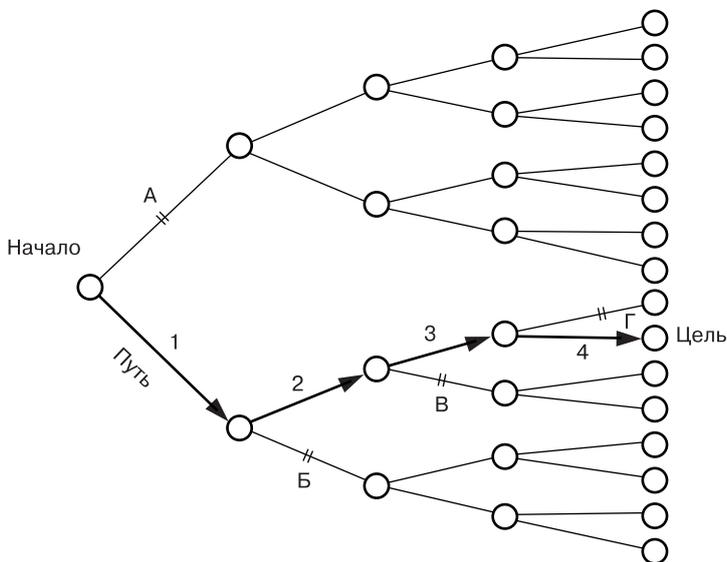
Таких основных групп задач можно выделить три: это **ознакомление** с двигательной задачей и предлагаемым лучшим способом ее решения; **овладение** основами способа решения; эффективное **применение** способа решения двигательной задачи. И эти педагогические задачи возникнут в такой последовательности не один раз. По мере формирования подсистем и целой системы движений в развитии по восходящей кривой (как по спирали) не раз, быть может, придется ставить эти задачи, но, как правило, каждый раз на более высоком уровне их разрешения.

К этим группам задач близки идеи П. Милнера (сб. «Самоорганизующиеся системы», 1964, стр. 278) о трех стадиях обучения: изучение обстановки (разведка), решение задачи и заучивание решения.

Конечно, проще придерживаться нескольких последовательных стадий. Но только при обучении очень простому движению и совершенно новому для обучаемого можно найти несколько отчетливых последовательных стадий. Проанализируйте сложную деятельность педагога физического воспитания – преподавателя физической культуры, и особенно тренера по спорту. Ни в какие простые схемы не уложится последовательность их указаний, заданий, замечаний. Нахождение правильной тактики осложняется еще индивидуальными различиями учеников. Не только сформировавшимися у них умениями и навыками, но и различиями в темпах овладения заданиями, различиями в способах поиска построения движений. Поэтому более близким практике будет не просто общее перечисление порядка таких физиологических процессов, как генерализация, концентрация, автоматизация (хотя

знать их нужно), а глубокое творческое понимание сложности становления техники как многоструктурной системы движений; определение конкретных задач ознакомления, овладения и применения; знание и использование противоречивых тенденций развития системы движений.

Когда тренер и спортсмен должны найти решение поставленной задачи, перед ними как бы разворачивается лабиринт творческого поиска (рис. 42). Эта схема лабиринтной гипотезы в эвристическом программировании показывает путь достижения цели без перебора всех вариантов (Д.А. Поспелов, В.Н. Пушкин, В.Н. Садовский, 1967). «Отсечение ветвей» лабиринта на «дереве поиска» сокращает поиск. Оно производится на основе предыдущего опыта, с использованием иногда малозаметных признаков. Но еще сложнее поиск, когда нужно не выбирать между двумя вариантами, как показано на этой схеме, а строить новый вариант решения на основе анализа проблемной ситуации, обстановки, в которой поставлена эта задача. Здесь проявляется своеобразная «многоступовость процесса деятельности», когда принимается определенное решение перед каждым шагом на пути к цели (Ю.А. Розанов, 1965, стр. 133).



**Рис. 42.** Лабиринт «поиска цели»

(по Д.А. Поспелову, В.Н. Пушкину, В.Н. Садовскому)

Для более успешного обучения можно и должно использовать принципы так называемого программированного обучения, даже если при этом не применяются какие-либо технические устройства. Весь материал процесса обучения строго расчленяется на «элементарные акты обучения». Основанием для членения учебного материала могут служить анализ структуры самого материала и предположительное успешное усвоение каждого отдельного задания в их последовательности (Ю.А. Гастев, 1964). Далее требуется эффективный контроль за усвоением каждого элементарного задания, причем срочный контроль. Если задание выполнено, если оно решено, то надо двигаться дальше. Если же нет, то дальнейшее продвижение бесполезно. Текущий срочный контроль (пооперационный) всегда эффективнее заключительного контроля – экзамена (приемочного). Наконец, важнейшее требование программированного обучения (строго говоря, любого правильного обучения) – индивидуализация пути (схемы) обучения. Именно пооперационный контроль за усвоением и обеспечивает необходимую индивидуализацию.

Успешность такого обучения определяется культурой анализа как предстоящих заданий, так и способов их выполнения. Культура анализа здесь рассматривается как глубокое понимание природы движений, умение раскрыть ход их изменений, предвидеть. А это дается не только большим личным опытом; тренер должен знать и опираться на те принципиальные теоретические положения, которые изложены выше.

Овладение новыми системами движений в спорте в большой степени зависит от уровня физической подготовленности. Само собой разумеется, что для многих видов техники нужны сила, быстрота, выносливость, развитые в достаточной мере. Например, снарядовая гимнастика, прыжки с шестом, борьба требуют обязательного фундамента двигательных качеств. Но здесь речь больше будет идти о запасе двигательных умений или навыков.

Л.А. Орбели высказал два очень важных положения. Во-первых, при формировании новой системы движений (говоря на современном языке) могут быть использованы «старые элементы деятельности» (1949, стр. 599). Можно добавить, что наверняка они должны быть как-то перестроены, переделаны, приспособлены к решению новой задачи. Во-вторых, «новые формы поведения требуют того, чтобы старые формы были бы заторможены». Речь идет о подсистемах, мешающих выполнению задачи строящейся

новой системы. Кстати сказать, и использование, и торможение будут осуществляться, наверное, не однократно, раз навсегда. И эти процессы, быть может и в разной степени, будут проявляться в каждом очередном выполнении двигательного действия.

Добавим еще формирование совершенно новых подсистем, отвечающих требованиям новой задачи (автоматизмы, по Н.А. Бернштейну). Наконец, с системно-структурной точки зрения начнется срабатывание всех подсистем, формирование новой системы на основе: 1) использования и приспособления пригодных старых; 2) подавления непригодных старых и 3) формирования совершенно новых подсистем.

Все эти подсистемы имеют «разный возраст»: сформированные с детства, в начале занятий спортом, только вчера... Они будут и разнохарактерными: одни сочетаются с другими сразу – «с ходу», а другие плохо совместимы, никак не сладятся одновременно – то одно выйдет, то другое... У этих подсистем и разные способы управления. Одни могут быть выполнены только при активном внимании к ним, под волевым усилием; другие получаются сами собой – это саморегулируемые, самоуправляемые подсистемы, а от произвольного внимания, контроля они только разлаживаются.

С точки зрения физиологии, в этих подсистемах заложены постоянные, врожденные связи (безусловные рефлексы); к ним прибавляются сложившиеся при жизни временные связи (условные рефлексы многих порядков, надстроенные друг над другом). Исследования последних десятилетий (в свете новых идей кибернетики) показывают, что временные (условные) связи, по видимому, – не единственный физиологический механизм, заложенный в основу сложнейшего управления двигательными актами. Об этом уже говорилось выше. Надо полагать, что наличие других, еще мало изученных физиологических механизмов несколько не умаляет роли и значения условных рефлексов. Было бы слишком большим упрощением отказаться от поиска иных, более сложных закономерностей, предполагаемых теоретически и подтвержденных экспериментально.

При формировании сложнейших систем проявляется эмерджентность. Появляются новые свойства, отсутствовавшие у подсистем и их элементов. «Целое имеет такие свойства, которые в отдельности не имеет ни одна из частей, но возникли эти свойства в силу присутствия именно этих частей в целом» (Н.Т. Абрамова, 1962).

Происходит чрезвычайное обогащение связей в системе, которые при ее взаимодействии с окружающими условиями «превращают пассивно подчиняющуюся внешним воздействиям систему в систему относительно более активную, целесообразно приспособляющуюся к условиям и развивающуюся» (Л.А. Петрушенко, 1964). Если это свойственно кибернетическим неживым устройствам, то немудрено, что эта закономерность проявляется в двигательном аппарате живых организмов.

Так, исследования показывают, что шагательные движения у животных сформированы на очень невысоких уровнях управления центральной нервной системы. Их включение в двигательный акт происходит под влиянием целой иерархии управляющих воздействий из ряда уровней мозга. И управление специфическими движениями спринтера, конькобежца, лыжника-гонщика – результат сложнейшего объединения многих подсистем управления, а не только коры больших полушарий, как иногда упрощенно схематизируют.

Идея Л.А. Орбели о постоянных перестройках координации связана с его представлением о первичности генерализованной реакции, разлитого возбуждения в нервной системе. Однако это еще не говорит о том, что становление целостной и дифференцированной системы всегда идет от общего к частному или наоборот. Интересно, что Н.А. Бернштейн критиковал рефлекторную теорию за «мозаицизм», за представление о «генерализации, сходящей затем постепенно на нет, чтобы уступить место феномену прогрессивно уточняемых дифференцировок» (1965, стр. 72).

Хотя общая двигательная задача и предшествует частным решениям этой задачи, можно ожидать, что как обобщение, так и преобладание частного могут при **реализации** задачи и чередоваться в различной последовательности, и сосуществовать одновременно (И.И. Шмальгаузен, 1942).

Л.А. Орбели оспаривал представления П.Ф. Лесгафта об элементарных движениях, из которых складывается суммарное движение. Он писал: «Мы сейчас считаем, что первичным является генерализованное движение, на фоне которого вырастают уточненные двигательные акты» (1949, стр. 610). В то же время А.Н. Крестовников, как и П.Ф. Лесгафт, полагал, что целостное действие объединяется из ранее изученных отдельных элементов движения. По существу, здесь идет речь о соотношении аналитического и синтетического пути становления системы движений. Тут альтернативы «или – или» все-таки нет. Вопрос

решается в зависимости от конкретных особенностей структуры движений.

В гимнастике аналитическое овладение более простыми подсистемами предшествует их синтезу в комбинации. В целостных упражнениях типа прыжков в высоту целесообразнее постепенно усложнять систему движений, а затем их дифференцировать. Аналитический и синтетический методы невозможны один без другого. А в едином аналитико-синтетическом пути в зависимости от конкретных условий (характер упражнения, подготовленность спортсмена, период обучения, поставленная задача и др.) преобладать должен то один, то другой.

Выделение элементов (группы и ряды движений, фазы) позволяет их аналитически самостоятельно разучивать или же отрабатывать в составе целого (акцентированное внимание). Важнее выявить взаимовлияние фаз, возможность их соединения, стыковки, сращивания, перехода одной в другую.

В зависимости от намеченного метода подбираются средства – упражнения для овладения системой движений. Обычно для развития физических качеств применяют упражнения **подготовительные** – общие и специальные. Для последних необходимо известное средство (главным образом в динамике и ритмике) с основным упражнением или его частями.

Проблема подбора упражнений сложнее, когда они применяются с целью дифференциации движений и по частям, и в составе целого. Широко применяют упражнения, которые называют **подводящими**. Они сходны с отдельными элементами. При аналитическом методе из них строят своего рода «лестницы навыков», подводящих к целостному выполнению (В.М. Дьячков, 1958; В.Н. Тихонов, 1966; Ю.К. Гавердовский, 1967). Применение их связано с постоянным достраиванием системы движений. При их применении необходимо сохранять достаточную пластичность, изменчивость, чтобы они могли впоследствии войти в более крупные объединения.

**Имитационные** упражнения, проводимые обычно в иных, чем соревнования, условиях среды, могут служить средством сопряженного воздействия. С их помощью можно воспитывать двигательные качества и одновременно способствовать совершенствованию техники. Но чрезмерное применение имитационных упражнений опасно своими последствиями. Может случиться, что стороны, особенности, не сходные с основным спортивным упражнением, могут приобрести самостоятельное и притом

отрицательное значение. Например, отрицательное влияние оказало чрезмерное увлечение имитационными упражнениями на технику лыжников-гонщиков; движения стали слишком резкими, напряженными, исчезли плавность, пластичность, расслабление. Такую же отрицательную роль, по общему мнению, сыграли беговые упражнения спринтеров, имитировавшие отдельные фазы бегового цикла. Техника спринтеров-разрядников и мастеров стала резко отражать особенности беговых упражнений; снизилась эффективность бега (Н.А. Фесенко).

При подборе упражнений, выборе наиболее эффективных из них встает еще вопрос об их совместимости. Он еще очень мало изучен, но в принципе уже ясно, что чередование, совмещение упражнений – очень сложное дело. Одно упражнение может подкреплять другое, а может и значительно, если не полностью, ослаблять его эффект.

**Настроечные** упражнения обладают довольно широкими возможностями (К.Е. Шойхет, 1967). Они помогают войти в ритм усилий перед выполнением или разучиванием основного упражнения. Настроечное упражнение может «стереть след» ранее выполненного упражнения противоположного характера, мешающего выполнению последующего упражнения. Настроечные упражнения включают в разминку и выполняют их в конце разминки. Их применяют и в производственной гимнастике. Но особенно они полезны как методический прием обучения. Они помогают настраиваться каждый раз более простыми и освоенными движениями и позами на выполнение более сложных или еще не освоенных. В отдельных случаях роль настроечных упражнений могут выполнять и имитационные, хотя их задачи и не совпадают.

Вполне естественно, что во время обучения возникают ошибки в движениях. Но ошибка ошибке рознь! Наиболее опасны **основные ошибки**; они нарушают основной механизм упражнения, получается явное «не то». Можно ли избежать основных ошибок? Появление их в процессе поиска решения задачи вполне возможно. Но только кратковременно! Длительное повторение – уже недопустимо. При длительном повторении начинается их закрепление. И если впоследствии без большого труда удастся их подавить, затормозить, то нет гарантии, что в сложных условиях соревновательной борьбы они не «всплывут» вновь. Утомление и эмоциональное напряжение на соревнованиях не однажды растормаживали давно подавленные ошибки (Д.Д. Донской, 1966, в).

При групповом обучении состав группы, как бы ни старались ее подобрать, все же по сути неоднороден. Педагогу трудно уследить за всеми деталями движений у всех занимающихся. В этом случае основные ошибки появляются чаще, чем при индивидуальных занятиях или в малых группах (3–5 человек). Все же при занятиях с любой группой нужно очень внимательно следить, не появляются ли основные ошибки.

**Частные ошибки** – нарушения требований системы движений не в самых основных особенностях. Они более разнообразны, чем основные, но все же, как правило, проявляются как типичные ошибки. Тактика поведения педагога та же: не допускать длительного их повторения. Поэтому при обучении лыжным ходам целесообразнее иногда вести занятия на коротких параллельных лыжах (30–50 м), чем на большом учебном круге (300–500 м). На круге появившаяся ошибка будет длительно повторяться и тем самым закрепляться. На короткой лыжне ученика легче остановить, поправить и тем самым не дать повторяться ошибке.

От ошибок отличают **недочеты** – количественное отставание в тех или иных характеристиках, – которые существенно не нарушают качества. Чаще всего они связаны с недостаточным развитием двигательных качеств и постепенно ликвидируются в процессе тренировки.

У каждой ошибки есть своя причина, нередко далеко отстоящая от нее по цепи и сети элементов. Источник ошибки не всегда просто выявить. Недаром считают, что хорошо понять правильную технику можно, лишь изучив и возможные ошибки, их причины (источники) и последствия.

Строго говоря, в силу структурной взаимосвязи ни одна ошибка в системе движений не бывает одиночной. Ошибки имеют и цепной характер, и распространяются, так сказать, индуктивно, наведением – одновременно в других их подсистемах движений. Понимание структурности системы движений позволяет анализировать своеобразные причинные сети ошибок и находить пути их устранения.

Естественно, лучше предупреждать появление ошибок, чем потом тратить время на их устранение. Для этого нужно не только знать особенности самого упражнения, все возможные его нарушения, но и уметь так запрограммировать обучение, чтобы не создавать предпосылок для возникновения ошибок. Психологическая структура упражнения, установка на освоение очередного задания, целенаправленное внимание, активный контроль – все

это неизбежно вытекает из правильной оценки произвольности в управлении движениями спортсмена.

В этом отношении встречаются две крайности. В одних случаях правильно учитывают, что в выполнении двигательного действия при высоком техническом мастерстве сознание направлено преимущественно на цель действия. Исходя из этого правильного факта, неправильно преувеличивают роль неосознанности в овладении техникой. Не признавая концепцию второй сигнальной системы, Н.А. Бернштейн речевое раздражение и речевое подкрепление не включил в число проблем регуляции двигательных актов у человека (Я.Б. Лехтман, 1958). Первая крайность и заключается в признании известной стихийности становления системы. Организму как бы предоставляется возможность «самому искать» наилучшее решение.

Другая крайность связана с чрезмерным преувеличением произвольности в управлении движениями. Это проявляется в безмерных повторениях одних и тех же указаний в расчете на то, что все трудности в построении системы движений могут быть преодолены по желанию спортсмена. Были бы четкие указания... А дело в другом: при автоматизированном огромном количестве особенностей и деталей системы движений спортсмен не может прямо, произвольно вмешаться в их выполнение. Для этого применяются методы непрямого воздействия, которые будут рассмотрены в следующем очерке.

Кроме основной информации, которую получает спортсмен непосредственно при выполнении движений, он получает еще дополнительную информацию от тренера (субъективную) и соответствующих технических устройств (объективную). Способы фотокинорегистрации давно получили применение в обучении технике. Но как средство дополнительной информации о выполнении упражнения в каждой попытке они еще не используются. Спортсмен получает такую информацию значительно позже.

За последние годы под руководством В.С. Фарфеля разрабатываются как проблема **срочной информации**, так и многочисленные технические устройства, дающие спортсмену характеристики движений или сразу после выполнения упражнения, или даже во время самого выполнения (И.П. Ратов с сотрудниками).

Глаз тренера может пропустить ошибку: плохо различимы очень быстрые движения и движения, совпадающие во времени; совсем неразличимы микроинтервалы времени и точные пространственные отношения; при наблюдении со стороны очень

неточно воспринимаются скорости и ускорения, в особенности их абсолютные величины. Контрольно-измерительные приборы в настоящее время способны регистрировать многие механические (кинематические и динамические) и электромиографические (время начала и окончания, а также характер активности поверхностно расположенных мышц) характеристики; и их, следовательно, можно использовать как средства срочной информации.

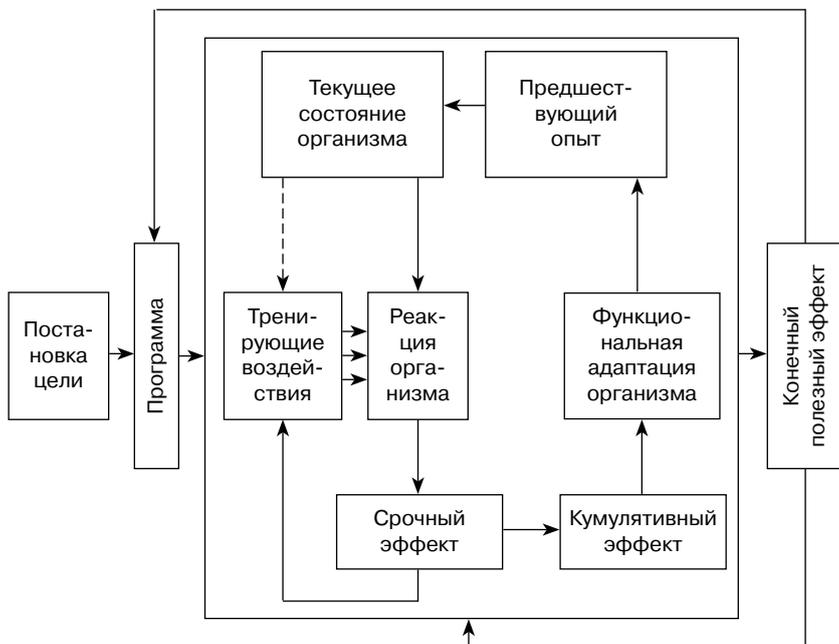
Для срочной информации не следует использовать большое количество характеристик. Спортсмену трудно их охватить, сопоставить и оценить. Методически правильнее выявлять одну-две основные для данного случая (упражнения, задания) характеристики и представлять их в удобном для восприятия виде (кривая на экране осциллоскопа; звуковые или световые сигналы). Возможность сличения заданной величины, самооценки выполнения и объективных данных срочной информации весьма существенно способствует уточнению выполнения задания, его восприятию и оценке.

Если нет средств срочной информации, рекомендуется применение технического самоконтроля. Его смысл заключается в выработке доступных и четких для наблюдения и оценки показателей. Эти показатели дают спортсмену возможность понять, выполнено или не выполнено в данной попытке соответствующее задание. Технический самоконтроль становится еще полезнее, если он тесно связан с четкой постановкой заданий как элементов обучения – это первое требование к программированному обучению.

Тогда становится возможной и обязательной следующая логическая цепочка: «ни одного выполнения упражнения (попытки) без задания!» Каждая попытка (упражнение) – с самоконтролем и самооценкой выполнения. Создание такой своеобразной обратной связи к сознанию спортсмена – вот второе требование к программированному обучению.

Оба требования чрезвычайно активизируют сознание спортсмена, способствуют не только четкому формированию психологической структуры упражнения, но и значительно убыстряют темпы и повышают качество овладения техникой.

В целом тренировочный процесс нуждается в оптимальном управлении на основе ряда обратных связей между его звеньями. В этом плане интересна схема, предложенная Ю.В. Верхошанским (1966, а), показывающая сложность взаимодействия факторов (рис. 43).



**Рис. 43.** Блок-система тренировочного процесса  
(по Ю.В. Верхошанскому)

Задание – контроль – оценка (ЗКО) – такова логическая схема цикла в каждом повторении упражнения. От внешней формы этого цикла (задание – контроль – оценка со стороны тренера) происходит переход к самозаданию, самоконтролю и самооценке для постановки следующего самозадания со всем циклом ЗКО, повторенным многократно. В практику подготовки спортсменов все шире входят контрольные нормативы по технике – выполнение относительно элементарных заданий технического характера, – достаточно достоверно оцениваемые. Контрольные технические нормативы пока широко применяются в совершенствовании спортивной техники у мастеров высокого класса. Но это обусловлено не какими-то принципиальными соображениями, а просто тем, что новые методические предложения раньше внедряются в тренировочный процесс высококвалифицированных спортсменов. Применение контрольных технических нормативов с более детальной оценкой техники, выработка своего рода стандартов в основе техники – дело ближайшего будущего.

## **ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКИ**

После завершения становления спортивной техники продолжается процесс ее совершенствования. Резкую грань между становлением и совершенствованием, тем более единую для всех видов техники, провести трудно, да и вряд ли необходимо. Эта грань условна; смысл ее заключается в том, что сменяются задачи технической подготовки спортсмена; от становления системы движений в технике переходят к ее совершенствованию. Определение техники, данное В.М. Дьячковым (1967, б), помогает уловить эту грань, уточнить, где завершается становление техники. Техника рассматривается им как «специализированная система одновременных и последовательных движений, направленных на рациональную организацию взаимодействия внутренних и внешних сил (действующих на тело спортсмена) с целью наиболее полного и эффективного использования их для достижения возможно более высоких результатов».

Вот как раз полнота использования сил для возможно более высокого результата мне кажется наиболее правильным критерием (признаком) становления техники. Первый «личный» рекорд, как заметное повышение результата, достигнутый благодаря становлению системы движений, говорит о том, что овладение техникой в основном завершено. Теперь есть что совершенствовать, и пора к этому приступить.

При становлении техники решались три задачи: ознакомление, овладение, применение. Как раз полноценным применением наличных возможностей и завершается становление. Теперь возникают уже следующие две задачи – повышение наличных возможностей и совершенствование их применения. Эти две задачи решаются в течение всей спортивной деятельности; именно уровень их решения и характеризует мастерство спортсмена.

Поэтому мастерство в спорте, в глубоком смысле этого понятия, – не состояние, а процесс совершенствования.

Для мастерства характерны:

1) высокий уровень всех разделов спортивной подготовки: физической, технической, тактической, психологической и теоретической; через технику движений проявляются все разделы подготовки;

2) высокий уровень спортивных достижений как следствие гармонического сочетания всех сторон подготовки спортсмена;

3) высокая надежность спортивных достижений, способность уверенно, с большой гарантией, повторять их в различных условиях. В конечном итоге, при сильном обобщении, мастерство можно свести к эффективности (высокий результат) и **надежности** (постоянство) результата спортивных действий.

Пусть читатель не стремится добавлять к этому многие другие частные признаки мастерства. В отдельных видах техники их может быть очень много. Эти признаки часто перечисляют в большом количестве, сплошь и рядом не разбираясь в их значении и соподчинении. Так, называют слитность, плавность, ритмичность, устойчивость, целенаправленность, рациональность, экономность, автоматизм, эффективность, целостность, надежность, точность и многие другие. При этом обычно не дается их точных определений и критериев, меры. Они еще не приведены обоснованно в какую-либо единую систему; это задача ближайшего будущего.

С этой точки зрения очень интересна система качественных оценок движений К. Мейнеля («Учение о движениях», 1960). Он выделяет следующие признаки: 1) фазовая структура (пространственно-временное расчленение); 2) ритм движений (динамически-временное расчленение); 3) перенос движений (последовательность включения движений звеньев тела); 4) плавность движений (в пространственном, временном и силовом отношении); 5) эластичность движений (совершенство торможения и перехода к возвратным движениям); 6) предвосхищение (антиципация) движений (движения, опережающие предстоящие события); 7) точность движений (по кинематике и динамике, целевая и текущая, определяющая целенаправленность) и 8) гармония движений (взаимодействие движений в едином целом).

К сожалению, К. Мейнелю видит в этих признаках только качественную сторону, отказываясь от их количественной меры, не обращаясь к физиологической и психологической стороне. Эти признаки в известной мере выглядят изолированно, вне взаимной связи и переходов. Они не равнозначны для разных видов движений. Но в целом они довольно близки по фактическим данным к структурному подходу, развиваемому в настоящих очерках.

Хочется еще добавить несколько слов о принципах движений, выдвинутых К. Мейнелем. Он различает: 1) принцип целесообразности и 2) принцип экономичности. Действительно, не только движения, но и все проявления жизнедеятельности (и в форме

и в функциях) подтверждают эти принципы. Они представляют собою результат эволюции со всеми ее факторами. И хотя они в целом совершенно справедливы, трудно считать их специфическими именно для движений.

Наверное, необходимо разделять признаки мастерства на: **общие** – для всех видов техники, **групповые** – по трем группам видов и **частные** – по данному виду спорта и его отдельным упражнениям. Общие уже были названы; это – всесторонность подготовленности, высокая эффективность и надежность. Перейдем к групповым особенностям мастерства.

В группе видов техники со *стабилизацией кинематической структуры* (гимнастика, прыжки в воду и др.) главное – это устойчивость высокого **качества выполнения** действий. Для достижения этого требования необходимы: строгое соответствие физической подготовки спортсменов требованиям техники, совершенствование ритмической структуры движений, высокая приспособительная изменчивость к сбивающим воздействиям, выработка индивидуального стиля выполнения упражнений.

В группе видов техники со *стабилизацией динамической структуры* (тяжелая и легкая атлетика, дистанции и др.) прежде всего важна устойчивость динамической структуры при наилучшем использовании высокоразвитых физических возможностей. Это достигается совершенной рационализацией техники, оптимальным взаимодействием внутренних и внешних сил (Ю.В. Верхошанский, 1966, б), преодолением скоростного «барьера», психологической подготовкой к максимальной мобилизации и использованию усилий, формированием индивидуальной техники на основе общих современных требований.

В третьей группе видов техники с *вариативностью спортивных действий* (единоборства, спортивные игры и др.) ведущие признаки мастерства связаны с отличным применением высокосовершенных, «коронных» действий в момент безотказного их проведения, при умении создать необходимую ситуацию. Это обеспечивается рациональной приспособительностью подготовительных фаз при стабильности основных рабочих подсистем, умением опережать действия противника при чрезвычайно быстрых действиях в сложных меняющихся условиях. Этот беглый обзор признаков мастерства показывает сходные признаки разных групп, вместе с тем определяя их специфику. Легко заметить, что признаки мастерства здесь сочетаются и с необходимыми путями их обеспечения или путями технического совершенствования.

Так снова подтверждается определение мастерства как процесса, а не состояния.

Приведенные здесь положения в развернутом виде были изложены в рекомендациях по направлению научных исследований по проблемам спортивной техники и методики совершенствования спортивно-технического мастерства («Пути повышения технического мастерства», 1967). Эти рекомендации были приняты на 1-й Всесоюзной конференции по проблемам спортивной техники (1966 г., ноябрь, Москва). Они разработаны на основе экспериментальных исследований бригад ГЦОЛИФКа, ВНИИФКа и других институтов, проведенных в сборных командах страны. Теоретическую основу их составляет теория структурности движений, получившая сейчас полное признание и в теории, и в практике спортивной тренировки.

Пути совершенствования спортивной техники в значительной мере определяются целенаправленным управлением тенденциями развития системы движений. Несколько обобщая, разберем в этом отношении повышение эффективности и надежности спортивной техники как системы движений.

**Повышение эффективности** – в значительной мере энергетическая проблема. Нужен высокий уровень (при учете специфики техники) специализированного развития комплексов двигательных качеств (силовых, скоростных, выносливости) (В.М. Дьячков, 1967, а; Л.Н. Соколов, 1967), а также экономичное (с высоким КПД) их использование. Для этого необходимо правильное сочетание тенденций и **стандартизации**, и **индивидуализации** системы движений. Найти и применить оптимальное соотношение сил с максимальным использованием «даровых» сил (внешних и пассивных внутренних) можно, только сочетая современные требования к основам техники («стандарт») с наилучшей степенью индивидуализации выполнения. Соотношение меры стандартизации и меры индивидуализации подвижно. С ростом мастерства все больше проявляются выдающиеся индивидуальные особенности и возможности. Но это, в свою очередь, требует строгого соблюдения «стандарта» в самом основном.

**Повышение надежности** можно скорее рассматривать как проблему управления. Именно управление обеспечивает преодоление всевозможных помех (внешних и внутренних), неизбежных даже в наиболее постоянных условиях. А преодоление помех как раз и определяет вероятность выполнения системы движений на заданном (максимальном) уровне. Стабильность результата

системы движений, как и ее помехоустойчивость, зависит от соотношений и совершенства видов изменчивости системы. Стало быть, соотношение тенденций стабилизации и **вариативности** системы движений обеспечивает стабильность, а значит, и надежность результата.

Дальнейший анализ показывает теснейшее сплетение задач повышения эффективности и надежности. И энергетика, и управление ее применением обязаны своим совершенством соотношению тенденций **целостности** и **расчлененности** системы движений. Гончая отработка всех деталей техники и их весьма дифференцированное взаимодействие в равной мере необходимы и для экономичной и эффективной энергетике, и для стабильного и приспособительного изменчивого управления.

В информационной структуре системы движений особую роль играет психологическая структура двигательного навыка (особенно настаивает на этом В.М. Дьячков, 1967, стр. 25). Отчетливое двигательное представление, отражение системы движений в сознании, активное целенаправленное внимание с контролем за ходом действия и его результатом, волевая направленность как на достижение цели, так и на ведущие осознаваемые стороны действия – все это на уровне высшего мастерства дает существенное улучшение двигательной деятельности спортсмена.

И здесь нужно подчеркнуть особое значение еще двух тенденций – **произвольности** и автоматизации управления. В советской школе психологии спорта (П.А. Рудик, А.Ц. Пуни и их сотрудники) этот вопрос решается в следующем направлении: двигательные навыки в целом управляются произвольно при очень значительном удельном весе автоматического управления множеством особенностей техники. Автоматизация рассматривается не как результат только ухода сторон движения от осознания, а как совершенство, слаженность управления, позволяющие переключать внимание с самих движений на их результат, условия действия и др. Возможно осознание многих особенностей движения, если в этом возникает необходимость. Произвольность следует понимать в том же смысле, как ее понимал еще И.М. Сеченов: как способность воли «вызывать, прекращать, усиливать и ослаблять движение, и только степень ее власти, по-видимому, крайне не различна» (1952, т. I, стр. 249). В спортивной деятельности необходимость сознательного анализа движений в процессе совершенствования чрезвычайно велика. Что же касается активного внимания и волевого усилия относительно деталей системы дви-

жений в соревновательной обстановке, то это решается в зависимости от множества условий. Отдельные факты расстройств системы при неуместном или несвоевременном переключении внимания на выполнение движений еще вовсе не означают, что не следует контролировать автоматизированные движения. Именно у спортсменов высокой квалификации наиболее развита способность к самонаблюдению и самоконтролю без деавтоматизации движений.

Сущность автоматизации движений различно объясняют с разных точек зрения. В теории построения движений Н.А. Бернштейна автоматизация – это переключение управления движениями на более соответствующие задаче низовые уровни управления, уход из сферы сознания. По И.П. Павлову, временные связи замыкаются главным образом в коре. При автоматизации имеет место не переключение управления с коры на подкорку, а упрочнение системы управления.

При всем различии этих трактовок можно представить себе, что здесь не взаимоисключающие, а скорее взаимодополняющие объяснения. В самом деле, Н.А. Бернштейн утверждал, что у человека в норме всегда выполняются «не просто движения, а действия», т.е. ведущим служит корковый уровень предметного действия, осознание смысла двигательной задачи. Вместе с тем невозможно отрицать физиологический факт участия в управлении движениями всех морфофункциональных уровней мозга с перераспределением степени их участия, роли по мере формирования и усложнения системы управления.

По-видимому, различие трактовок можно объяснить оценкой фактора внимания и опознаваемости как решающего в процессе автоматизации. Действительно, изменяется структура процессов управления, повышается их прочность и, как следствие, появляется легкость, точность выполнения и возможность переключения внимания. Автоматизация приводит к переключению внимания и возможности неосознания автоматизированного управления. Но вряд ли отключение внимания – лучший путь совершенствования техники, ее автоматизации. Организация активности, внимания спортсмена – важнейшее условие совершенствования мастерства. Именно поэтому пришлось так подробно разобрать соотношение тенденций произвольности и автоматизма.

Наконец, нужно рассказать об очень важных противоположных тенденциях – **фиксации** (закрепление) и **прогрессировании** (развитие). Только способность запечатлевать следы действия («память» в кибернетическом широком смысле слова) позволя-

ет чему-то научиться. Научение как результат обучения (извне) и самообучения невозможно без закрепления достигнутого, без его фиксации. Научиться решать двигательную задачу – значит научиться находить способ решения и закрепления умения решать ее со всеми вариантами, в разных условиях.

Но фиксация освоенного как основа прогрессивного развития системы движений сама может стать тормозом дальнейшего развития. Как показано в исследованиях В.М. Дьячкова с сотрудниками, **«жесткая стабилизация скоростного уровня двигательного навыка, чрезмерно закрепленного в ритме движений, становится основным фактором, задерживающим развитие навыков спортсменов высших разрядов»** (1967). Возникает своего рода «потолок», «барьер». Чрезмерная фиксация особенностей в системе движений исключает дальнейшее ее изменение, прогресс. «В плане совершенствования технического мастерства все большее значение приобретает формирование навыков в использовании повышенной скорости движений, переход от фиксации достигнутых результатов к дальнейшему прогрессу».

Чрезмерно закрепленными могут быть скорости движений, их ритм, темп, усилия, даже некоторые пространственные характеристики. «Распатывание» чрезмерно закрепленного – непростая задача. Достаточно вспомнить, как трудно исправлять ошибки в технике. Не разбирая конкретных методических приемов, укажем только на ослабление следов и связей при растренировке, утомлении, постановке совершенно иной по характеру задачи.

Следовательно, без фиксации не будет прогресса; чрезмерная фиксация исключает прогрессирование. Именно чрезмерная фиксация, недостаточное «заглядывание в будущее» – одна из главных причин остановки роста мастерства и достижений. Диалектически разрешить это противоречие можно, лишь представив себе всю сложность этой задачи.

Подчеркнем, что «жесткость» фиксации есть следствие применения однообразных средств и методов, односторонности, монотонности воздействий. Чтобы успешно совершенствовать мастерство, нужны знания, воля и умение систематически, неотступно вести многолетний разносторонний процесс роста мастерства.

Для совершенствования мастерства используются прямые и не прямые (опосредованные) средства. Можно и нужно ставить перед спортсменом задания, используя его возможности сознательного, произвольного управления своей деятельностью. Широко используются дифференцировки, уточнения характеристик по прямому указанию (выше, раньше, быстрее, сильнее и т.п.),

изменяются усилия и время их приложения (ритмы движений). Стоит заметить, что для менее квалифицированных тренеров – это чуть ли не единственный способ воздействия на систему движений спортсмена. Велика вера в силу слова!

Но ведь огромное количество особенностей движений, определяющихся прежде всего тончайшей дозировкой усилий, ритмов во времени и в пространстве, не осознается спортсменом и не управляемо произвольно. Как же воздействовать на них, их перестраивать?

На помощь приходят методы непрямого, опосредованного, «принудительного» воздействия. Вспомним о трех группах факторов, влияющих на систему движений: условия обстановки, состояние спортсмена и задача упражнения. Изменять эти факторы могут тренер и спортсмен. Изменяя их, они могут влиять на систему движений, изменять, перестраивать ее тогда, когда сам спортсмен уже не может прямо влиять в нужном отношении на ее управление. Как раз использование методов непрямого воздействия на систему движений и характерно для высокого уровня тренировочного процесса.

Условия обстановки можно усложнять, затруднять, упрощать, облегчать. Однако есть еще и третья возможность: их можно менять так, что объективно степень сложности, трудности остается прежней, а характер условий становится иным. Такие переключения с одних условий на другие особенно полезны при выработке многомерной помехоустойчивости.

Состояние спортсмена определяется его работоспособностью. Ее можно повышать и снижать разными средствами, учитывая специфические требования вида спорта и условия, наиболее близкие к соревновательным.

Наконец, двигательная задача может быть облегчена и затруднена. Эти ее особенности будут вынуждать приспособлять систему движений к поставленной задаче как раз в нужном направлении. Речь идет не о прямом задании, а о такой постановке задачи, когда необходимое задание выполняется, знает ли об этом спортсмен или даже не знает (рис. 44).

Наиболее просто использовать каждый из названных факторов в отдельности. Однако возможно самое различное их сочетание; число комбинаций при этом безгранично. Но не все факторы и их комбинации одинаково равноценны. Поэтому всегда хорошо продумать задачи применения методов непрямого воздействия.

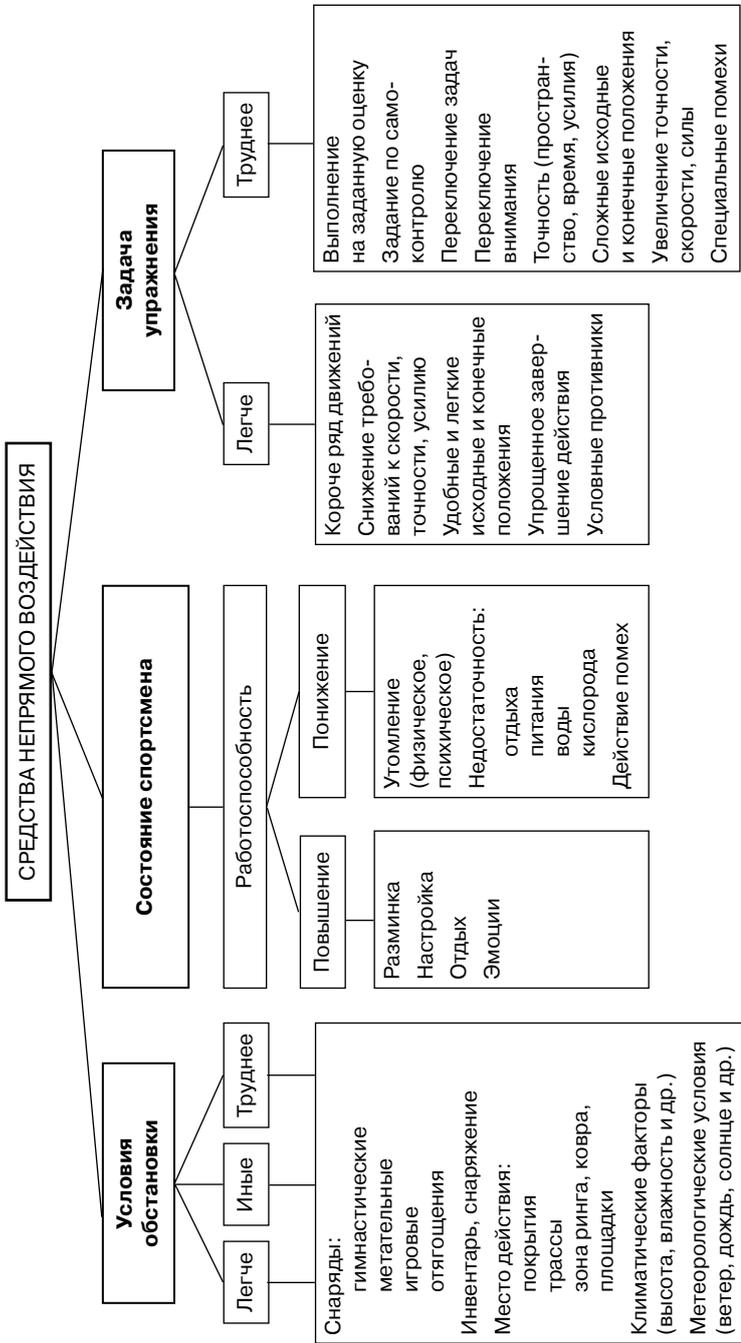


Рис. 44. Непрямые воздействия на систему движений спортсмена

Сошлемся на пример из монографии В.М. Дьячкова с сотрудниками. Были поставлены задачи: А) повышение стабильности и улучшение рациональной вариативности техники и Б) частичная перестройка системы движений.

Для решения первой задачи (А) были разработаны методы: 1) усложнения внешней обстановки и 2) упражнения при различных состояниях организма. Вторая задача (Б) решалась применением методов: 3) облегчения условий выполнения технических действий и 4) сопряженных воздействий. Каждый метод реализовался в практике при помощи ряда методических приемов. Эти методы и приемы были проверены во многих видах спорта и везде приносили положительный эффект.

В спортивной практике известно огромное количество методических приемов; немало из них еще не получили отражения в методической литературе. Успешность их применения повысится, если, во-первых, уточнить задачи их применения в свете изложенного подхода; во-вторых, определить их место и значение в классификации методов и приемов.

При современном уровне развития науки и техники спортивное совершенствование немислимо без использования контрольно-измерительной аппаратуры. Срочная информация о характеристиках движений, ведущих параметрах способствует выработке специфических «чувств» (сенсорных синтезов), входящих в информационную структуру. Контрольно-измерительные приборы, дающие срочную информацию, могут быть использованы как тренажеры – для совершенствования техники. Кроме того, они могут служить и для оценки эффективности применяемых упражнений и методических приемов.

Педагогический контроль может использовать методы биомеханические, физиологические и другие, но при этом главными все же остаются именно педагогические задачи и оценка качества их выполнения. Применяют контроль **текущий** (постоянно в течение занятий) и **периодический** (в виде проверки, испытаний при завершении определенного этапа совершенствования).

В спортивной педагогике разработаны теоретические основы планирования процесса совершенствования: перспективного (на ряд лет, обычно на олимпийский четырехлетний цикл), годовичного (с учетом выполнения плана истекшего года) и оперативного, текущего (наиболее подробного, часто разрабатываемого к определенным крупным соревнованиям).

И планирование задач, средств и методов, и контроль за их осуществлением становятся на более высокую ступень, когда они опираются на общее теоретическое представление, позволяющее глубже понимать ход спортивного совершенствования.

## **ПРИНЦИПЫ И ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЙ В СПОРТЕ**

Во всех предыдущих очерках последовательно рассматривались различные закономерности становления, реализации и развития спортивной техники. Наиболее раскрывают особенности спортивной техники биомеханические и кибернетические закономерности. Нужно ли еще пытаться формулировать определенные законы движений в спорте?

Движения спортсмена представляют собою сложное сочетание различных форм движения материи: механической, химической, физиологической, психологической и кибернетической. Очевидно, каждой форме движения свойственны свои законы. Строго говоря, такие законы далеко не для каждой из форм движения выделены и сформулированы, потому что сделать это очень непросто. Но те, кто занимался изучением биомеханической стороны спортивных движений, сделали некоторые попытки.

Еще в 1950 г. Л. Барнье в своей монографии «Анализ движений» (так во Франции называют биомеханику) приводит законы распределения и замещения сил, инерции, равновесия, полезной и максимальной силы. Все это – приложения законов механики к человеческому телу в самой основной и элементарной форме.

Более обстоятельно разработал законы движений Б. Чалуд (пособие «Биомеханика спортивных движений», В. Зелигер, А. Новак, Прага, 1960). Он, например, в законе скорости учитывает кроме чисто механических (вес снаряда, вес тела метателя, скорость разбега, длина пути приложения силы, величина силы) еще и анатомо-физиологические (рациональные положения тела и его частей по отношению к снаряду) факторы. В законе возможной экономии сил учитывается расслабление мышц-антагонистов, использование внешних сил. Закон оптимальности говорит о необходимости оптимальных, а не максимальных усилий и скоростей для достижения высшего результата. Законы повторения движений и достаточности силы – это уже не законы выполнения движений, а правила тренировки. В целом все приведенные законы очень разнохарактерны и относятся к различным частным особенностям некоторых физических упражнений.

Экспериментально обоснованы и четко сформулированы широко известные биомеханические принципы рационального использования сил Г. Хохмута (Лейпциг, 1960): 1) начальной силы и оптимального приложения максимальной силы; 2) оптимального пути ускорения; 3) координации частных импульсов; 4) противодействия (встречные движения); 5) сохранения кинетического момента. Здесь действительно раскрыты существенные биомеханические закономерности преимущественно скоростно-силовых упражнений, но только в плане рационального приложения сил. Так как они охватывают ограниченную область упражнений и главным образом только их динамику, то, по-моему, их следует трактовать как частные законы, а не принципы, имеющие всеобщее (для биомеханики спорта) значение.

С принципами мы встречаемся и в упоминавшейся монографии К. Мейнеля «Учение о движениях» (Лейпциг, 1960). Он приводит два принципа: целесообразности и экономии. Он рассматривает целесообразность как достижение заранее запланированной спортсменом цели, как соответствие движений этой цели, а экономии – как экономию сил при длительной работе и экономичность, высокую эффективность приложения сил. Действительно, эти принципы имеют очень широкое применение. Но, как мне думается, они не самые существенные для мастерства, так как недостаточно раскрывают специфику спортивной техники.

В качестве биомеханических принципов маховых движений Ю. Вартенвайлер и А. Ветштайн (Цюрих, 1965) выдвигают законы: 1) экономии (мышечных сил); 2) целостности движений (участия всего тела); 3) ритма (чередование напряжения и расслабления мышц); 4) трехфазности движения (подводящая, исполнительная и затухающая фазы); 5) правильного приложения сил (центробежный перенос движений). Для анализа группы маховых движений и выявления ошибок названные законы могут служить в определенной мере критериями качества выполнения движений.

Этот очень краткий обзор известных в современной зарубежной литературе принципов либо законов движений пришлось привести для того, чтобы показать, как мало есть еще оснований для создания общей теории спортивной техники.

На I Международном семинаре по биомеханике, организованном Международной комиссией по спорту и физическому воспитанию (ЮНЕСКО, Цюрих, 1967), мною был представлен доклад о принципах биомеханики спорта.

Основная задача этого доклада – найти главные принципы, положения, ведущие идеи, которые служили бы основой для понимания как сущности спортивной техники, так и путей ее развития. Эти принципы были сформулированы на основе развиваемой в этих очерках теории структурности движений.

**Принцип многоструктурности движений.** Система движений спортивной техники многоструктурна; она состоит из подсистем соподчиненных порядков, обладающих своими структурами (многоступенчатость структуры), и обусловлена разными сторонами взаимодействия – видами структур (многосторонность структуры). Разные виды структур (кинематические, динамические, информационные) соподчиненных подсистем объединены в единую структуру, которая определяет форму и характер системы движений, течение внутренних процессов энергетики и управления, появление новых свойств, поведение системы (управляемость, стабильность) и ее развитие.

**Принцип прогрессивной перестройки системы движений.** Спортивная техника как система движений развивается путем прогрессивной перестройки (двигательного состава и структуры), приспособления старых, формирования новых подсистем, их согласования и срабатывания при изменении соотношений тенденций развития: интеграция – дифференциация, стабилизация – вариативность, стандартизация – индивидуализация, фиксация – прогрессирование.

Оба эти принципа, по сути, вобрали в себя основное из того, что изложено в этой книге. Это – принципы, общие для всех видов техники. Они определяют самое существенное, что лежит в основе становления и совершенствования спортивной техники. Эти принципы проявляются в ряде специфических законов, характеризующих самые существенные стороны в двигательной деятельности спортсменов. Попробуем сформулировать несколько наиболее важных закономерностей становления и совершенствования спортивной техники, назвав их, быть может несколько громко, «законами». Они, как и только что изложенные принципы, выражают, по сути дела, содержание очерков.

**Закон задаваемой структуры движений.** В зависимости от основного задания (стабилизация кинематики или динамики, вариативность действий) выделяются основные группы видов техники, в которых вид задаваемой структуры определяет собой как пути становления и совершенствования техники, их средства и методы, так и основные требования к технике и характер повышения эффективности действий спортсмена.

**Закон поэтапного построения системы движений.** Становление и совершенствование спортивной техники происходит на основе двух противоположных тенденций развития системы движений – интеграции и дифференциации – с поэтапной сменой их ведущей роли как основы применения аналитико-синтетического метода.

**Закон стабилизирующей вариативности.** Надежность высоких результатов в спортивной технике обусловлена стабильностью эффекта системы движений, которая обеспечивается вариативностью двигательного состава и структуры, способствующей приспособлению к меняющимся условиям и к блокаде сбивающих воздействий.

**Закон оптимизации динамической структуры.** Повышение эффективности системы движений обусловлено поэтапной оптимизацией динамических взаимодействий, улучшением использования внешних и пассивных внутренних сил, мобилизацией и рациональным приложением мышечных сил на основе взаимодействия тенденций и рациональной стандартизации системы движений с индивидуализацией техники.

В этих наиболее специфичных для спортивной техники законах проявляются принципы многоструктурности и поэтапной перестройки с использованием тенденций развития системы движений.

Описанные выше многочисленные закономерности как более общие для всех видов двигательной деятельности (широко известные законы механики, физиологии и общей биологии) применяются при конкретизации только что перечисленных четырех законов; они помогают раскрывать их действия в отдельных видах спортивных движений. Количество таких общих законов очень велико, и, надо полагать, уточнение их применения – дело ближайшего будущего.

## ЛИТЕРАТУРА

*Абрамова Н.Т.* О соотношении части и целого в строении материи. «Вопросы философии». – 1962. – № 2.

*Абрамова Н.Т.* Процесс регулирования и его основные формы. «Вопросы философии». – 1968. – № 1.

*Агашин Ф.К.* Управление теннисной ракеткой. – «Теория и практика физической культуры». – 1967, а. – № 1.

*Агашин Ф.К.* Теоретические и экспериментальные исследования вопросов управления ударными действиями теннисиста и обоснование совершенствования методики его тренировки. – Диссертация. М., 1967, б.

*Агашин Ф.К., Донской Д.Д.* О взаимной связи кинематических, ритмических и динамических структур в биомеханике спортивных упражнений. – Тезисы I Всесоюзной конференции по проблемам спортивной техники, 1996.

*Азудов В.В.* Количество, качество, структура. – «Вопросы философии». – 1967. – № 1.

*Акчури И.А., Веденов М.Ф., Сачков Ю.В.* Противоречия в развитии естествознания. – «Вопросы философии». – 1966. – № 11.

*Алексеев М.А.* Об основных закономерностях условнорефлекторной деятельности мозга в связи с теорией поиска. – Изд-во АН СССР, М., 1963.

*Алексеев М.А.* Системная деятельность высших отделов головного мозга и ее роль в координации некоторых видов движений человека. Доклад к докторской диссертации. – М., 1966.

*Амосов Н.М.* Моделирование информации и программы в сложных системах. – «Вопросы философии». – 1963. – № 12.

*Амосов Н.М.* Моделирование мышления и психики. – «Наука», Киев, 1965.

*Анохин П.К.* Проблема взаимоотношений центра и периферии. – Горький, 1935.

*Анохин П.К.* Опережающее отражение действительности. – «Вопросы философии». – 1962. – № 7.

*Анохин П.К.* Теория функциональной системы как предпосылка к построению физиологической кибернетики. – В сб. «Биологические аспекты кибернетики». – Изд-во АН СССР, М., 1962.

*Асратян Э.А.* Условный рефлекс и родственные ему явления. В сб. «Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии». – М., 1963.

*Асратян Э.А., Симонов П.В.* Надежность мозга. – Изд-во АН СССР. – М., 1963.

*Астафьев А.К.* Надежность живых систем. – «Вопросы философии». – 1967. – № 6.

*Афанасьев В.Г.* Научное управление обществом. – Изд.-во Полит. лит. – М., 1968.

*Бальсевич В.К.* Исследование основных параметров движений в беге на скорость и некоторые пути совершенствования в технике бегунов на короткие дистанции. – Диссертация. – М., 1965.

*Бассин Ф.В.* О подлинном значении нейрофизиологических концепций Н.А. Бернштейна. – «Вопросы философии». – 1967. – № 11.

*Берг А.И.* Кибернетику на службу коммунизма. – В сб. «Кибернетику на службу коммунизма», 1961.

*Бернштейн Н.А.* Физиология движений. Главы из «Физиологии труда» / под ред. Г. Конради, А. Слонима и В. Фарфеля. – 1934.

*Бернштейн Н.А.* Проблемы взаимоотношений координации и локализации. – «Архив биологических наук». – 1935. – № 1.

*Бернштейн Н.А.* Исследования по биодинамике ходьбы, бега, прыжка. – ФиС, 1940.

*Бернштейн Н.А.* К вопросу о природе и динамике координационной функции. – Ученые записки МГУ, 1945.

*Бернштейн Н.А.* Координация движений. В учебнике «Физиология человека» / под ред. М.Е. Маршака. – ФиС, 1946.

*Бернштейн Н.А.* О построении движений. – Медгиз, 1947.

*Бернштейн Н.А.* Пути и задачи физиологии активности. – «Вопросы философии». – 1961, а. – № 6.

*Бернштейн Н.А.* Очередные проблемы физиологии активности. «Проблемы кибернетики». – 1961, б. – № 6.

*Бернштейн Н.А.* Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой. – «Вопросы философии». – 1962. – № 8.

*Бернштейн Н.А.* На путях к биологии активности. – «Вопросы философии». – 1965. – № 10.

*Бернштейн Н.А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – «Медицина», 1966.

*Берри М.Я.* О формах движения в организме. – «Вопросы философии». – 1965. – № 3.

*Бжалава И.Г.* Психология установки и кибернетика. – «Наука», 1966.

Биологические аспекты кибернетики. – Изд-во АН СССР. – М., 1962.

*Бир С.* Кибернетика и управление производством. – ГИЗ физико-математической литературы. – М., 1963.

*Бокарев В.А.* Объем и содержание понятия «управление». – «Вопросы философии». – 1966. – № 11.

*Борцов С.Г.* К вопросу о структуре диалектического противоречия. – «Вопросы философии». – 1965. – № 3.

*Брайнес С.Н., Напалков А.В., Свечинский В.Б.* Нейрокибернетика. – ГИЗ медицинской литературы. – М., 1962.

*Вальт Л.О.* Соотношение структуры и элементов. – «Вопросы философии». – 1963. – № 5.

*Веденов М.Ф., Кремьянский В.И.* О специфике биологических структур. – «Вопросы философии». – 1965. – № 1.

*Верхошанский Ю.В.* Экспериментальное обоснование средств скоростно-силовой подготовки в связи с биодинамическими особенностями спортивных упражнений. – Диссертация. – М., 1963.

*Верхошанский Ю.В.* Некоторые предпосылки к оптимальному управлению процессом становления спортивного мастерства. – «Теория и практика физической культуры». – 1966, а. – № 4.

*Верхошанский Ю.В.* Динамическая структура сложных двигательных действий. – «Теория и практика физической культуры». – 1966, б. – № 9.

*Верхошанский Ю.В.* Закономерности процесса становления спортивного мастерства. – «Теория и практика физической культуры». – 1966, в. – № 11.

*Винер Н.* Кибернетика и общество. – Изд-во Иностранной литературы, 1958, а.

*Винер Н.* Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М., 1958, б.

*Виноградов М.И.* Физиология трудовых процессов. – Изд-во Ленинградского университета, 1958.

*Воробьев В.Н., Муравьев В.Н.* Динамический анализ отталкивания и специальные упражнения спринтеров. – Тезисы конференции по спортивной технике, 1966.

*Воскобойников А.Э.* Формирование понятия «структура» в системно-структурных исследованиях. – Диссертация. М., 1967.

*Вулдридж Дж.* Механизмы мозга. – М., «Мир», 1965.

*Гавредовский Ю.К.* Исследование общих основ техники и построение естественной классификации маховых упражнений на гимнастических снарядах. – Диссертация, 1967.

*Гастев Ю.А.* О методологических вопросах рационализации обучения. – В сб. «Кибернетика, мышление, жизнь». – «Мысль». 1964.

*Гельфанд И.М., Гурфинкель В.С., Цетлин М.Л.* О тактике управления сложными системами в связи с физиологией. – В сб. «Биологические аспекты кибернетики». – Изд-во АН СССР, 1962.

*Гельфанд И.М., Гурфинкель В.С., Цетлин М.Л., Шик М.Л.* Некоторые вопросы исследования движений. – В сб. «Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем». – «Наука», 1966.

*Глушков В.М.* Мышление и кибернетика. – «Вопросы философии». – 1963. – № 1.

*Глушков В.М.* О кибернетике как науке. – В сб. «Кибернетика, мышление, жизнь». – «Мысль», 1964.

*Грневский Г.* Кибернетика без математики. – «Советское радио», 1964.

*Гродинз Ф.* Теория регулирования и биологические системы. «Мир», 1966.

*Гросс Х.Х.* Корреляционное моделирование скользящего шага для определения эффективности и совершенствования техники лыжных ходов. Диссертация. – М., 1967.

*Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л.* Регуляция позы человека. – «Наука», 1965.

*Джордж Ф.* Мозг как вычислительная машина. – ГИЗ иностранной литературы, М., 1963.

*Длугач Т.Б.* Проблема целого и части. – «Вопросы философии». – 1965. – № 7.

*Донской Д.Д.* Биомеханика физических упражнений. – ФиС, 1958, а.

*Донской Д.Д.* О так называемых компонентах движений в физических упражнениях. – «Теория и практика физической культуры». – 1958, б. – № 12.

*Донской Д.Д.* Биомеханика физических упражнений. – ФиС, 1960.

*Донской Д.Д.* Биомеханические основы спортивной техники. – В «Учебнике спортсмена». – ФиС, 1964.

*Донской Д.Д.* Движения спортсмена. – ФиС, 1965.

*Донской Д.Д.* Обоснование задач стабилизации и индивидуализации в спортивно-технической подготовке. – Тезисы конференции по обоснованию спортивной тренировки. – Киев, 1966, а.

*Донской Д.Д.* Совершенствование спортивной техники как системы движений. – «Теория и практика физической культуры». – 1966, б, № 6.

*Донской Д.Д.* Спортивная техника. – 2-е изд. – ФиС, 1966, в.

*Донской Д.Д.* Проблемы теории спортивной техники. – «Теория и практика физической культуры». – 1967. – № 3.

*Донской Д.Д.* Принципы движений в биомеханике спорта. – «Теория и практика физической культуры». – 1968, а. – № 4.

*Донской Д.Д.* Развитие биомеханических структур в спортивной технике. Материалы X конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. – М., 1968, б.

*Донской Д.Д., Муравьев В.Н.* Кибернетические аспекты спортивной техники. Материалы научной конференции «Кибернетика и спорт», 1965.

*Дурсенев Л.И.* Экспериментальное обоснование применения расчлененного (аналитико-синтетического) метода в начальном обучении легкоатлетическим упражнениям. Диссертация. – М., 1966.

*Дьячков В.М.* Прыжок в высоту с разбега. – ФиС, 1958.

*Дьячков В.М.* Объективные критерии оценки высшего технического мастерства в спорте. – «Теория и практика физической культуры». – 1967, а. – № 4.

*Дьячков В.М.* Прогнозирование путей повышения двигательного потенциала прыгунов в высоту. – «Теория и практика физической культуры». – 1967, б. – № 6.

*Дьячков В.М., Клевенко В.М., Новиков А.А., Преображенский И.Н., Савин С.А.* Совершенствование технического мастерства спортсменов. – ФиС, 1967.

*Жуков Е.К.* Основные принципы координации двигательной деятельности. – «Теория и практика физической культуры». – 1963. – № 3.

*Жуков Н.И.* Информация в свете ленинской теории отражения. – «Вопросы философии». – 1963. – № 11.

*Зак С.Е.* Качественные изменения и структура. – «Вопросы философии». – 1967. – № 1.

*Защипорский В.М., Годик М.А.* Моторика человека как n-мерный континуум. – «Теория и практика физической культуры». – 1966. – № 4.

*Земан И.* Познание и информация. – «Прогресс», 1966.

*Зимкин Н.В.* Экстраполяция и ее значение в спортивных навыках. Матер. X конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. – М., 1968.

*Ивойлов А.В.* Биодинамический анализ двигательных действий волейболистов. Диссертация. – 1966.

*Калабро С.Р.* Принципы и практические вопросы надежности. – «Машиностроение». – 1966.

*Кардашова А.С.* Философский анализ проблемы биологической активности. – «Вопросы философии». – 1966. – № 8.

*Келлер В.С.* О технике в спортивных единоборствах. «Теория и практика физической культуры». – 1967. – № 8.

*Коренберг В.Б.* Проблемы надежности в спорте. – «Теория и практика физической культуры». – 1966. – № 11.

*Корюкин В.И.* Вероятность и информация. – «Вопросы философии». – 1965. – № 8.

*Костюк В.И.* Самонастраивающиеся следящие системы. – «Техника», Киев, 1966.

*Крестовников А.Н.* Очерки по физиологии физических упражнений. – ФиС, 1951.

*Купалов П.С.* Учение о рефлексе и рефлкторной деятельности и перспективы его развития. – В сб. «Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии», 1963.

*Лекторский В.А., Садовский В.Н.* О принципах исследования систем. – «Вопросы философии». – 1960. – № 6.

*Лернер А.Я.* Начала кибернетики. – «Наука», 1967.

*Лехтман Я.Б.* К толкованию некоторых вопросов нервной регуляции. – «Вопросы психологии». – 1958. – № 5.

*Лурия А.Р.* Восстановление функций головного мозга после военной травмы. – Изд-во АМН СССР, М., 1948.

*Лурия А.Р.* Мозг человека и психические процессы. – Изд-во АПН РСФСР, 1956.

*Лурия А.Р.* Мозг человека и психические процессы. – В сб. «Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии», 1963.

*Лурия А.Р.* Жизнь, отданная науке. – «Вопросы философии». – 1966. – № 9.

*Ляпунов А.А., Яблонский С.В.* Теоретические проблемы кибернетики. – В сб. «Проблемы кибернетики». – 1963. – № 9.

*Мазниченко В.Д.* О стадиях формирования навыка в процессе обучения двигательным действиям. – «Теория и практика физической культуры». – 1964. – № 11.

*Майский И.Н.* Об определяющем значении биологических исследований при применении физических и химических методов в изучении жизненных явлений. – «Вопросы философии». – 1959. – № 4.

*Мамзин А.С.* Системность живого и соотношение биологического и физико-химического. – «Вопросы философии». – 1964. – № 6.

*Марков А.А.* Что такое кибернетика? – В сб. «Кибернетика мышление, жизнь». – «Мысль», 1964.

*Менхин Ю.В.* Развитие силовых качеств гимнастов в связи с их технической подготовкой. Диссертация. – 1967.

*Месарович М.* Основание общей теории систем. В сб. «Общая теория систем». – «Мир», 1966.

*Миллер Дж., Галантер Ю., Прибрам К.* Планы и структура поведения. – «Прогресс», 1965.

*Митин М.Б.* Прогресс науки и задачи философских исследований. «Вопросы философии». – 1961. – № 7.

Модели структурно-функциональной организации и некоторых биологических систем. – «Наука», 1966.

*Мульчин А.И., Чудинов В.И.* Исследование топографии мышечной силы тяжелоатлета. – «Теория и практика физической культуры». – 1966. – № 8.

*Муравьев В.Н.* Исследование взаимодействия спортсмена с опорой и обоснование целенаправленного изменения биодинамики в легкоатлетических локомоциях. Диссертация. – М., 1967.

*Мэгуи Г.* Бодрствующий мозг. – «Мир», 1965.

*Назаров В.Т.* Механика вращательных движений вокруг фиксированной оси. – «Теория и практика физической культуры». – 1967. – № 10.

*Напалков А.В., Орфеев Ю.В.* Актуальные вопросы развития эвристического программирования. – «Вопросы философии». – 1965. – № 6.

*Напалков А.В., Орфеев Ю.В.* Новые пути моделирования психики. – «Вопросы философии». – 1966. – № 10.

*Нейман Дж.* Вероятностная логика и синтез надежных организмов из ненадежных компонентов. – В сб. «Автоматы». – Изд-во Иностранной литературы, 1956.

*Никифоров Н.Н.* Влияние движения плечевого пояса на напряжение мышц таза и нижних конечностей. Матер. X конференции по физиологии, морфологии, биомеханике, биохимии мышечной деятельности. – М., 1968.

*Новик И.Б.* Кибернетика, философские и социологические проблемы. – Госполитиздат, 1963.

*Новик И.Б.* О моделировании сложных систем. – «Мысль», 1965.

*Новиков А.А., Федоров В.А.* Некоторые условия повышения эффективности технических действий борца. – «Теория и практика физической культуры». – 1964. – № 12.

*Овчинников Н.Ф.* Категория структуры в науках о природе. – В сб. «Структура и формы материи». – «Наука», 1967.

*Озолин Н.Г.* Спортивно-техническая подготовка спортсмена. В «Учебнике спортсмена». – ФиС, 1964.

*Орбели Л.А.* Вопросы высшей нервной деятельности. – Изд-во АН СССР, 1949.

*Павлов И.П.* Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. – Изд-во АН СССР, 1951, а. – Т. III.

*Павлов И.П.* Лекции о работе больших полушарий головного мозга. – АН СССР, М. – Л., 1951, б. – Т. IV.

*Парин В.В., Баевский Р.М.* Введение в медицинскую кибернетику. – «Медицина». – 1966.

*Петрушенко Л.А.* Взаимосвязь информации и системы. – «Вопросы философии». – 1964. – № 2.

*Петрушенко Л.А.* Принцип обратной связи. – «Мысль», 1967.

*Полянский Ю.Н.* Об определении предмета и метода современной физики. – «Вопросы философии». – 1963. – № 6.

*Полянский Ю.Н.* Методологические вопросы биофизики. – «Вопросы философии». – 1967. – № 2.

*Пономарев Я.А.* Психика и интуиция. – «Политика», 1967.

*Попов Е.П.* Автоматическое регулирование и управление. – ГИЗ физико-математической литературы. – М., 1962.

*Поспелов Д.А., Пушкин В.Н., Садовский В.Н.* Эвристическое программирование и эвристика как наука. – «Вопросы философии». – 1967. – № 7.

Пути повышения технического мастерства. – «Теория и практика физической культуры». – 1967. – № 8.

*Пятецкий-Шатино И.И., Шик М.Д.* К вопросу спинальной регуляции движений. – «Биофизика». – 1964. – № 4.

*Ратов И.П., Девишиели В.М., Донской Д.Д., Муравьев В.Н., Назгорный А.Г., Фруктов А.Л.* К явлениям минимизации отклонений характеристик двигательной функции с увеличением скоростей перемещения и сопротивлению материи / в сб. «Итоги научной сессии ЦНИИФКа», 1965.

*Розанов Ю.А.* Теория вероятностей и ее приложения / в сб. «О некоторых вопросах современной математики и кибернетики». – «Промышленность», 1965.

*Розенталь М.М.* Диалектика «Капитала» Маркса. «Мысль», 1967.

*Сагатовский В.Н.* Замечания по вопросу об определении жизни. – «Вопросы философии». – 1967. – № 3.

*Самойлов А.Ф.* Избранные труды. – «Наука», 1967.

*Самойлов Л.Н.* Корреляция как форма диалектической связи. – «Вопросы философии». – 1965. – № 3.

Самоорганизующиеся системы. – «Мир», 1964.

*Саркисов С.А., Бассин Ф.В., Банщиков В.М.* Павловское учение и некоторые теоретические проблемы современной неврологии и психиатрии. – «Медгиз», 1963.

*Сачков Ю.В.* Познание материальных систем и вероятность. – «Вопросы философии». – 1963. – № 11.

*Свидерский В.И.* О диалектике элементов и структуры в объективном мире и в познании. – Соцэкгиз, М., 1962.

*Сеченов И.М.* Физиология нервных центров. – Изд-во АМН СССР, 1952, а.

*Сеченов И.М.* Избранные произведения. – Т. I. – 1952, б.

*Смолян Г.Л.* Техника и мозг. – «Вопросы философии». – 1965. – № 5.

*Соколов Е.Н.* О моделирующих свойствах нервной системы. В сб. «Кибернетика, мышление, жизнь». – «Мысль», 1964.

*Соколов Л.Н.* Основы динамики упражнений тяжелоатлетического троеборья. Диссертация, 1967.

Структура и формы материи. – «Наука», 1967.

*Тихомиров О.К.* Эвристики человека и машины. – «Вопросы философии». – 1966. – № 12.

*Тихонов В.Н.* Исследование вариативности маховых упражнений на гимнастических снарядах. Диссертация. – 1966.

*Топышев О.П.* Соотношение стабильности и вариативности техники элементов в волейболе. Диссертация. – 1968.

*Тумерман Л.А.* Роль физики в познании жизненных явлений. – «Вопросы философии». – 1960. – № 8.

*Тюхтин В.С.* О сущности отражения. – «Вопросы философии». – 1962. – № 5.

*Тюхтин В.С.* Отражение и информация. – «Вопросы философии». – 1967. – № 3.

*Узнадзе Д.Н.* Экспериментальные основы психологии установок. – Изд-во АН Груз. ССР. – Тбилиси, 1961.

*Украинцев Б.С.* Категории «активность» и «цель» в свете основных понятий кибернетики. – «Вопросы философии». – 1967. – № 5.

*Уолтер Г.* Живой мозг. – «Мир», 1966.

*Урсул А.Д.* Нестатические подходы к теории информации. – «Вопросы философии». – 1967. – № 2.

*Ухтомский А.А.* Доминанта как рабочий принцип нервных центров. – Собрание сочинений. – Т. I. – Л., 1950.

*Ухтомский А.А.* Физиология двигательного аппарата. – Собрание сочинений. – Т. III. – Л., 1952.

*Ушаков И.А.* Основные принципы и методы теории надежности. – «Вопросы философии». – 1967. – № 6.

*Фарфель В.С.* Курс физиологии человека. – ФиС, 1948.

*Фесенко Н.А.* О формировании техники скоростного бега. – «Легкая атлетика». – 1966. – № 1.

Физиология человека: учебник / под ред. Н.В. Зимкина. – ФиС, 1964.

*Фролов И.Г.* О причинности и целесообразности в живой природе. – Госполитиздат, 1961.

*Черныш В.И., Напалков А.В.* Математический аппарат биологической кибернетики. – «Медицина». – 1964.

*Чхаидзе Л.В.* Классификация динамических составляющих координационной структуры локомоторных актов человека. – «Биофизика». – 1960. – № 1.

*Чхаидзе Л.В.* Основные задачи изучения координации произвольных движений человека с биофизической точки зрения. – «Биофизика». – 1960. – № 1.

*Чхаидзе Л.В.* Координация произвольных движений человека с позиций общих закономерностей управления и управляемых систем. – Сб. «Проблемы кибернетики». – 1962. – № 8.

*Чхаидзе Л.В.* Координационная структура баллистических движений человека и вопросы ее центральной регуляции. – «Биофизика». – 1964. – № 2.

*Чхаидзе Л.В.* Координация произвольных движений человека в условиях космического полета. – «Наука», 1965.

*Шенон К.* Работы по теории информации и кибернетики. – Изд-во Иностранной литературы. – М., 1963.

*Шмальгаузен И.И.* Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. – М. – Л., 1942.

*Шойхет К.Е.* Двигательная настройка как методический прием обучения и совершенствования. – «Теория и практика физической культуры». – 1967. – № 3.

*Шредингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физики? – Изд-во Иностранной литературы, 1947.

*Энгельс Ф.* Анти-Дюринг. – Госполитиздат, 1948.

*Эшби У.Р.* Конструкция мозга. – Изд-во Иностранной литературы, – М., 1962.

*Юдин В.Л., Петрокас Л.В.* Теория механизмов и машин. – Изд-во Высшей школы. – М., 1967.

*Яковлев И.Н., Коробков А.В., Янанис С.В.* Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. – ФиС, 1957.

*Янанис С.В.* Об осознаваемом и автоматизированном в умениях и навыках. – «Вопросы психологии». – 1957. – № 1.

## ПОСЛЕСЛОВИЕ

Знакомство нашей семьи с Дмитрием Дмитриевичем Донским состоялось в далеком 1958 году, когда мой отец Губа Петр Кузьмич, будучи ректором Смоленского института физической культуры, «не уговорив» никого из преподавателей овладеть новым, доселе непонятым предметом – «биомеханикой», поехал сам на первые курсы по данной дисциплине в ГЦОЛИФК. В тот момент никому не известная, кроме узкого круга ученых, наука в вузах делала первые шаги. На этих курсах и состоялось их первое знакомство, которое позже переросло в дружбу и продолжалось до 1987 года, когда отец умер. Все это время он преподавал дисциплину в Смоленском вузе и очень активно общался с Дмитрием Дмитриевичем, не только по биомеханике, как учебному предмету, но и по проблеме системно-структурного подхода, одним из основателей которого был Дмитрий Дмитриевич. Здоровый образ жизни, постоянное движение вперед не только в науке сочеталось у Дмитрия Дмитриевича с подтверждающими «документами» – в конце каждого летнего отпуска он присылал отцу свое фото с одного из южных пляжей с постоянной подписью – «Ну как?!», «В какой я физической форме?!» Отец был на 3 года моложе и тоже в прекрасной физической форме, но все равно показывал это фото мне и говорил: «Смотри, как надо выглядеть!»

Мое личное знакомство с Дмитрием Дмитриевичем состоялось в 1977 г., когда я, будучи студентом третьего курса института, по разрешению руководства, на тех же самых курсах в ГЦОЛИФКе познавал очень интересную науку несколько шире, чем требовала того учебная программа, а дополнительное общение с Дмитрием Дмитриевичем вообще заставило меня пересмотреть некоторые, казалось бы, понятные вещи.

Позже Дмитрий Дмитриевич дал согласие и руководил моей курсовой работой, а встречаться мы стали чаще благодаря в то время популярным «четвергам Зациорского», проводимым на кафедре биомеханики ГЦОЛИФК.

Великолепные доклады молодых сотрудников и аспирантов перерастали во всеобщее обсуждение мэтров отечественной науки. Это был незабываемый, ни с чем не сравнимый кайф.

Великолепным плацдармом для биомехаников одно время были и «школы», проводимые в Эстонии (Кярику) профессором А.А. Вайном, где Дмитрий Дмитриевич читал очень много лекций, и общение проходило сутки напролёт.

Книга Д.Д. Донского «Законы движений в спорте» была одной из первых, содержащих «настоящую научность», ее цитировали в статьях, опирались на результаты в диссертационных исследованиях. Это был и есть действительно научный труд, который не потерял своей актуальности и сегодня.

**Губа Владимир Петрович,**  
*доктор педагогических наук, профессор,*  
*заслуженный работник высшей школы РФ*

## СОДЕРЖАНИЕ

Об авторе (В.П. Губа) .....	5
Системы движений спортсмена и их структуры .....	11
Общие основы управления системами .....	33
Управление движениями спортсмена .....	64
Целостность и расчлененность спортивного упражнения .....	90
Устойчивость и изменчивость в спортивной технике .....	108
Стандартизация техники или ее индивидуализация .....	125
Как овладевать спортивной техникой .....	132
Пути совершенствования спортивной техники .....	151
Принципы и законы движений в спорте .....	161
Литература .....	165
Послесловие .....	175

*Научное издание*

ДОНСКОЙ Дмитрий Дмитриевич

## **ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЙ В СПОРТЕ**

Редактор *Е.Л. Габина*

Художник *А.Г. Никонов*

Корректор *А.С. Белова*

Компьютерная верстка *О.А. Котелкиной*

Подписано в печать 26.05.2015. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл.-печ. л. 11,125. Уч.-изд. л. 11,0. Тираж 500 экз.  
Изд. № 1908. Заказ № 2492.

ОАО «Издательство «Советский спорт»».  
105064, г. Москва, ул. Казакова, 18.  
Тел.: (499) 267-94-35, 267-95-90, 267-93-17  
Сайт: [www.sovsportizdat.ru](http://www.sovsportizdat.ru)  
E-mail: [book@sovsportizdat.ru](mailto:book@sovsportizdat.ru)

Отпечатано с электронной версии заказчика  
в типографии ООО «Канцлер».  
150008, г. Ярославль, ул. Клубная, 4-49