

ритмов. Рабочая гипотеза о возможности построения необходимых уравнений с помощью ЭВМ базировалась на следующей концептуальной основе.

Предполагалось, что любое искомое уравнение для  $i$ -го звена можно свести к рекуррентному соотношению типа

$$F_{i+1} = F_i + K_{i+1}, (1)$$

где

$F_{i+1}$  – уравнение, описывающее биомеханическое состояние  $i+1$ -го звена;

$F_i$  – уравнение, описывающее биомеханическое состояние  $i$ -го звена;

$K_{i+1}$  – свободный параметр, определяемый масс-инерционными характеристиками  $i+1$ -го звена и наложенными кинематическими связями.

В том случае, когда подобная закономерность существует, для решения поставленной задачи достаточно определить в (1) структуру  $F_i$  и  $K_{i+1}$ . Далее, пользуясь соотношением (1) и организовав в программе для ЭВМ циклический процесс вычислений по  $i$  от  $i=1$  до  $i=N$ , можно автоматизировать процедуру вычисления искомых характеристик для произвольного количества звеньев моделируемой биомеханической системы.

Дальнейшие исследования позволили нам реализовать рабочую гипотезу методики вывода уравнений кинематики и динамики движений биомеханических систем опорно-двигательного аппарата тела человека с произвольным числом степеней свободы, совершающих плоскопараллельное движение в условиях опоры. Используемые приемы в составлении уравнений позволяют автоматизировать процедуру вывода расчетных формул кинематики и динамики движений спортсмена с поручением этой процедуры непосредственно ЭВМ, минуя явную, развернутую запись уравнений на бумаге. В данном случае ЭВМ выполняет функцию не только быстродействующего вычислительного инструмента, но и функцию конструктора математических моделей анализа движений биомеханических систем. Программное обеспечение расчетных моделей анализа движений биомеханических систем выполнено на алгоритмическом языке ТУРБО БЕЙСИК, представляет собой самостоятельную разработку автора и апробировано на учебных занятиях по курсу «Биомеханика физических упражнений» на факультете физического воспитания Томского и Могилевского государственного педагогического университетов.

### Литература

1. Донской Л.Д. Биомеханика физических упражнений. Учеб. пособие для студентов физкультурных учебных заведений. – М.: Физкультура и спорт, 1958. – 278 с.
2. Донской Д.Д. Биомеханика. Учеб. пособие для студентов фак. физ. воспитания пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1975. – 238 с.
3. Донской Д.Д. Биомеханика. Уч.-ник для ин-тов физ. культ. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
4. Загrevский В.И. Программирование обучающей деятельности спортсменов на основе имитационного моделирования движений человека на ЭВМ: Автореф. дисс... докт. пед. наук. – М., 1994. – 47 с.
5. Зинковский А.В. О методике оценки мышечных усилий при биомеханическом анализе спортивной техники // Теория и практика физ. культуры. – 1973. – № 9. – С. 66–69.
6. Назаров В. Т., Кузенко Б.П. К механике взаимодействия спортсмена с опорой // Теория и практика физ. культуры. – 1974. – № 1. – С. 19–21.

УДК 796.323

*О.И.Загrevский<sup>+</sup>, В.О.Загrevский<sup>+</sup>, И.Ю.Степанова<sup>\*\*</sup>*

### МОДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТСМЕНОВ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ

<sup>+</sup> ИФК Томского государственного педагогического университета, <sup>\*\*</sup> Московский педагогический университет

Спортивную тренировку в любом виде спорта, равно как и физическое воспитание, можно рассматривать как процесс управления. При анализе этого вопроса ограничимся собственно физическим воспитанием (в узком смысле), не затрагивая проблем умственного, нравственного и эстетического воспитания.

На современном этапе исследования сложных систем (а спортивная тренировка является сложной системой) и присущих им процессов управления

наиболее общее понятие управления выработано кибернетикой. Она раскрыла общие черты и закономерности, присущие всем управленческим процессам, в частности и процессу обучения. Кратко рассмотрим эти общие черты и закономерности управления.

Как видно из рисунка 1, система управления (кибернетическая система) может рассматриваться как совокупность двух систем – объекта управления и управляющей системы.

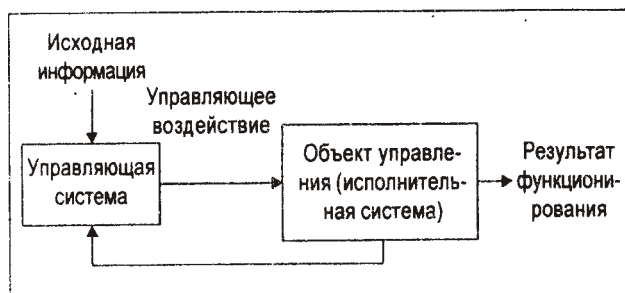


Рис. 1. Схема управления

При этом под управлением понимается процесс целенаправленного воздействия на объект управления, который в результате воздействия выполняет определенные функции.

Из рисунка видно, что управляющая система воздействует на объект управления, подавая на него управляющие сигналы, содержащие информацию (управляющие решения) о том, как должен вести себя объект управления. Отметим, что для того, чтобы выработать управляющие решения, обеспечивающие достижение цели управления, управляющая система должна иметь информацию о состоянии внешней среды и о состоянии объекта управления. Канал передачи такой информации носит название «обратной связи». Таков общий механизм (с точки зрения кибернетики) управления.

Для нас же важно то, что управление рационально в том случае, если управляющая система (тренер) имеет информацию о состоянии объекта управления (ученика).

Следовательно, информация о начальном (исходном) уровне состояния спортсмена является тем критерием, на основе которого соответствующим образом строится тренировочный процесс, с целью повышения, например, уровня либо одного, либо нескольких физических качеств, т.е. управления состоянием данного гимнаста. Конечная же цель такого управления – стойкое улучшение физического состояния, выражающееся в повышении спортивных результатов.

Таким образом, организация управления требует знания и количественных и качественных характеристик информации о состоянии управляемой системы, ее смысла и значения, а это особенно важно для управления сложнейшими системами биологического и социального порядка. Несоответствие фактического состояния с заданным и является тем корригирующим сигналом, который вызывает перестройку управления, а следовательно, и перестройку системы, чтобы она функционировала в заданном направлении.

Одним из самых существенных признаков процесса управления является непрерывная циркуляция информации между системой и окружающей средой. Но этим не исчерпывается ее значение. Обмен ин-

формацией происходит и между составными компонентами, частями системы, благодаря чему осуществляется их взаимодействие и сохраняется целостность системы.

На основании изложенного отметим, что заслуга кибернетики состоит в том, что она показала огромное значение информации и управления, их неразрывное единство. Подводя итог, можно сказать, что сущность управления сводится к следующему [1]:

- необходимо собрать информацию о состоянии системы и окружающей ее среды;
- передать эту информацию по каналам связи в место ее переработки;
- осуществить переработку информации с целью формирования команд управления;
- реализовать команды управления, т.е. передать информацию, содержащую команды, исполнительным органам;
- осуществить соответствующие действия и контроль.

Такая общая схема управления применима и к нашей деятельности. Практическая ее реализация видится следующим образом: тренер собирает необходимую информацию о состоянии ученика, анализирует ее и затем планирует процесс спортивной тренировки с учетом количественных показателей физической подготовленности спортсмена, осуществляет контроль за показателями в течение определенного временного периода. Следовательно, весь тренировочный процесс осуществляется по замкнутому циклу, с выводом спортсмена на новый, более высокий качественный уровень, благодаря оперативной коррекции. Весь цикл повторяет путь спиралевидного развития.

Для того, чтобы тренировочный процесс был действительно управляемым, необходимо, чтобы тренер вносил коррекцию в ходе его реализации с учетом результатов объективных количественных показателей, основанных на измерениях. Тренировки, построенные с учетом только самочувствия спортсмена и интуиции тренера, не дадут оптимальных результатов в современном спорте.

Измерения проводятся с целью определения состояния или способностей спортсмена. Таких измерений может быть проведено очень много посредством тестирования или выполнения контрольных упражнений, к которым относят соревновательное или специальное упражнение. Для моделирования необходимой подготовленности эти данные имеют большую ценность. Динамика показателей контрольных упражнений на протяжении месяцев и лет позволяет тренеру, спортсмену, исследователю проводить анализ результатов и делать необходимые выводы.

На основании тестов и контрольных (специальных) упражнений разрабатываются «модели» сильнейших спортсменов. На необходимость построения моделей сильнейших спортсменов (в виде эталона должных норм определенных качеств) неоднократно указыва-

ли многие ведущие специалисты отечественной науки [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] и многие другие.

Что же для этого нужно сделать? Нужно знать, что измерять, уметь выбрать информативные (существенные) показатели. Нужно уметь математически грамотно обработать результаты различных измерений, входящих в состав модели спортсмена. Уточним, что же понимается под «моделью» спортсмена. На взгляд ряда авторов, одна из лучших формулировок принадлежит [10], согласно которой: «Под моделью понимается такая мысленно представляемая или реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте». Следовательно, изучив структуру системы (модели) по определенному подбору свойств, можно охарактеризовать основные компоненты моделей сильнейших спортсменов (да и не только сильнейших) по наиболее существенным характеристикам. Данные характеристики и будут являться модельными, отображающими уровень технической, физической, тактической, психологической, теоретической сторон подготовленности.

Дальнейший анализ основных компонентов модели можно в первом приближении распределить по трем уровням в соответствии с общими представлениями об их субординационных отношениях [2].

На первом уровне модели сильнейшего спортсмена располагаются характеристики соревновательной деятельности спортсменов, определяемые в результате регулярного многолетнего сбора информации во время ответственных соревнований.

На втором уровне выделяются характеристики специальной физической, технической и тактической подготовленности спортсменов в период наивысшей спортивной формы.

На третьем уровне находятся характеристики функциональной и психической подготовленности, морфологических особенностей, возраст и спортивный стаж спортсменов в период наивысшей спортивной формы.

Иерархический характер взаимосвязи основных компонентов модели спортсмена вполне очевиден. С одной стороны, анализ соревновательной деятельности спортсмена может только констатировать отдельные недостатки в его действиях, причины же этих недостатков выявляются только при анализе компонентов второго уровня модели – специальной физической, технической и тактической подготовленности. С другой стороны, причины недостатков в указанных видах подготовленности можно окончательно установить лишь после анализа функциональных, психических и морфологических возможностей спортсмена [2, 7].

Здесь уместно отметить тот факт, что набор прогностических оценок модельных характеристик основных сторон мастерства спортсменов и уровня развития отдельных систем организма нельзя рассмат-

ривать как модель сильнейшего спортсмена. Оценочные характеристики не являются строго детерминированными, они вариативны даже в течение дня у одного и того же спортсмена и, кроме этого, спортсмены с различными их показателями (например, вес, рост, ЖЕЛ, силовые качества и т.д.) показывают одинаково высокие спортивные результаты. Поэтому рассмотрение модельных характеристик спортсмена как строго детерминированной совокупности, например, рост 165 см, вес 60 кг и т.д. не только некорректно, но и неверно. Необходимо определить и диапазоны отклонения этих характеристик, так как организм человека обладает компенсаторной способностью, а также может показать требуемый результат посредством изменения структуры двигательных действий, посредством ее коррекции в диапазоне возможной вариативности.

Методика создания модели для каждого конкретного спортсмена состоит в создании индивидуальной «модели эталона» в рамках общей квалифицированной модели спортсмена для данного вида спорта. Под общей квалификационной моделью спортсмена нами понимается модель спортсмена, соответствующая разрядной квалификации на основе определенных норм.

Среди различных видов норм (сопоставительные, индивидуальные, должные) наибольшее значение имеют должные нормы, в которых в расчет принимаются требования, необходимые для успешного выполнения поставленных перед спортсменом задач [11]. Иными словами, контрольные нормативы должны в полной мере отвечать тому конкретному уровню спортивных результатов (целевому заданию), который планируется для спортсмена на том или ином этапе многолетней подготовки [4].

Как показывает анализ литературы, чаще всего рекомендуется строить нормы либо с помощью различных шкал, либо на основе средних стандартов.

В рамках данной статьи не предоставляется возможным осветить более подробно методику разработки должных норм, определения модельных характеристик с использованием стандартных шкал оценивания среднегодовых абсолютных приростов показателей и т.д. В заключение хотелось бы отметить, что, несмотря на наличие большого числа методик оценки спортивной подготовленности, в частности у гимнастов, вопрос этот еще не решен на должном уровне. Не анализируя причин этого положения, надо полагать, что структура «идеального гимнаста» может изменяться, поскольку одни факторы имеют решающее значение на первых этапах роста спортивно-технического мастерства, другие факторы – на последующих этапах или их возможное сочетание. Из этого можно заключить, что только сочетание, а не изолированное проявление какого-то качества, оптимальное сочетание различных сторон подготовки, в зависимости от периодов и этапов, делает сильнейшим спортсмена среди сильнейших.

## Литература

1. Афанасьев В.Г. Мир живого: системность, эволюция и управление. – М.: «Политиздат», 1986. – 333 с.
2. Новиков А.А., Кузнецов В.Б., Шустин Б.Н. О разработке модельных характеристик спортсменов. // Теория и практика физической культуры. – 1976. – № 6. – С. 58 – 60.
3. Гужаловский А.А., Алабин А.В. Модельные характеристики физической подготовленности девушек-спринтеров и экспериментальное обоснование методики их индивидуальной подготовки. // Теория и практика физической культуры. – 1980. – № 5. – С. 33–36.
4. Набатникова М.Я., Конов С.П. О разработке должных норм специальной физической подготовленности квалифицированных юных пловцов. – 1981. – № 6. – С. 26–27.
5. Озолин Н.Г. О качественных характеристиках компонентов спортивной подготовленности. 1987. – №1. – С. 21–23.
6. Булгакова Н.Ж. и др. Динамика физических качеств и функциональных возможностей мальчиков-пловцов как основа для построения многолетней спортивной подготовки. – 1987. – №1. – С. 28–30.
7. Земцов И.Ф. Комплексная оценка специальной подготовленности ватерполистов высокой квалификации в процессе поэтапного педагогического контроля. Автореф. дисс... канд.пед.наук. – Киев, 1988. – С. 24.
8. Жданов С.В. Модельные характеристики как фактор в управлении подготовкой юных баскетболистов. Автореф. дисс... канд.пед.наук. – Малаховка, 1989. – С. 24.
9. Лысаковский И.Т. Концепция построения модельных характеристик для юных спортсменов на базе данных о среднегодовых абсолютных приростах показателей двигательных тестов и их оценке по стандартной шкале. // Теория и практика физической культуры. – 1995. – № 9. – С. 19–21.
10. Штофф Б.А. Моделирование и философия. – М.-Л.: Наука, 1966. – 301 с.
11. Годик М.А. Спортивная метрология. Учебник для ин-тов физической культуры. – М.: «ФиС», 1988. – 191 с.

УДК 539.215

*В.И. Загревский \*, О.И. Загревский \*\**

## ОПТИМАЛЬНАЯ ВАРИАТИВНОСТЬ ВАРЬИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЯХ СПОРТСМЕНА

\* Могилевский государственный педагогический институт,

\*\* ИФК Томского государственного педагогического университета

Технические действия спортсмена обусловлены его психо-физиологическим состоянием, уровнем двигательной подготовленности и эти обстоятельства, в конечном итоге, непосредственным образом влияют на кинематическую и динамическую структуру выполняемых им двигательных действий. В связи с этим, при относительно консервативной технической основе выполняемых спортивных упражнений, некоторые компоненты техники движений могут изменяться не только в различных тренировочных занятиях, но и подвергаться варьированию в различных подходах в рамках одного тренировочного занятия. Несомненно, что данная закономерность построения движений относится и к программному управлению, рассматриваемому на всей траектории биомеханической системы. Возможность исследования амплитуды варьирования оптимального программного управления при синтезе движений в вычислительных экспериментах на ПЭВМ связана с высказанной нами рабочей гипотезой: одна и та же величина функционала может быть достигнута различной траекторией программного управления.

С целью определения оптимальной вариативности технических действий спортсмена была проведена серия вычислительных экспериментов на ПЭВМ с использованием разработанного нами метода ло-

кально-глобальных вариаций в пространстве управления, формирующего оптимальное управление биомеханической системы для заданного функционала, характеризующего качество исследуемого процесса (технических действий спортсмена).

В методе локально-глобальных вариаций в пространстве управлений различная траектория программного управления естественным образом определяется величиной задания первоначального шага вариаций управляющих функций. Так как шаг вариаций первоначально формирует траекторию программного управления, а его дальнейшее дробление до заданного уровня содействует широкому охвату большого количества траекторий управляющих функций, то можно предположить, что при незначительных колебаниях величины достигнутого функционала траектория программного управления будет различной.

Таким образом, стратегия проведения вычислительных экспериментов по определению оптимального коридора варьирования управляющих функций заключалась в задании различных начальных шагов варьирования управляющих функций с последующим их дроблением до одной и той же величины. В проведенной серии вычислительных экспериментов первоначальный шаг варьирования составлял: 0,5°, 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 10°, 20°, 35°. Дробление шага варь-