**Обучение гимнастическим упражнениям на основе их моделирования**

Доктор педагогических наук, профессор Ю.А. Ипполитов, Всероссийский научно-исследовательский институт физической

Научно-техническая революция дает возможность по-новому взглянуть на процесс обучения, в другом свете представить методы обучения, которые существенно видоизменяются в связи с требованиями сегодняшнего дня. В связи с этим возникает необходимость в модификации этих методов, в их развитии, расширении и дополнении. Характерное для современной науки широкое внедрение математических методов в учебно-тренировочный процесс обучения гимнастическим упражнениям производится по многим направлениям, среди которых можно выделить два: первое - это создание моделей, отражающих существенные черты движений спортсмена в гимнастике, и второе - широкое использование ЭВМ для обработки информации о характеристиках движений.

Среди многообразия методов обучения гимнастическим упражнениям важнейшими и в то же время наименее изученными можно считать следующие: срочной корректирующей информации, выявления ведущих элементов гимнастических упражнений, оптимизации взаимодействия гимнаста с упругой опорой.

Биомеханические характеристики гимнастических упражнений определяются на разной методической основе, часто одни и те же характеристики находятся различными способами, что усложняет процесс их анализа и делает многие исследования несопоставимыми.

Существующие способы определения биомеханических харатеристик не дают возможности использовать ЭВМ для их расчета и преобразования. Не разработаны классификация биомеханических характеристик гимнастических упражнений, основанная на их значении в становлении основного двигательного действия, методика определения роли элементарных суставных движений в формировании результата упражнения, не выявлен механизм взаимодействия гимнаста с упругой опорой.

В связи с вышеизложенным возникла необходимость в проведении исследования, цель которого заключалась в разработке, апробации и реализации в учебно-тренировочном процессе системы методов обучения гимнастическим упражнениям, основанным на механико-математическом моделировании.

Модельные, лабораторные и педагогические исследования проводились в трех направлениях.

Первое - совершенствование метода срочной корректирующей информации на основе разработанной нами классификации биомеханических характеристик и унифицированной методики их определения.

Второе - обоснование метода выявления ведущих элементов гимнастических упражнений.

Третье - разработка метода оптимизации взаимодействия гимнаста с упругой опорой.

В результате модельных исследований нами разработана оригинальная унифицированная методика определения биомеханических характеристик. При этом искомые характеристики (координаты центра масс тела гимнаста, моменты инерции тела относительно различных осей, скорость центра масс тела гимнаста, его ускорение, кинетический момент тела гимнаста, его потенциальная и кинетическая энергии, параметры свободных колебаний звеньев тела гимнаста, межзвенные моменты сил и т.д.) представляются сходными по структуре формулами, в которые входят (в виде постоянных коэффициентов) совокупности масс-геометрических параметров тела гимнаста и переменные факторы, характеризующие положение звеньев тела (на плоскости или в пространстве): суставные углы, углы между звеньями тела и осями избранной системы координат, координат избранных точек на звеньях тела и т.д., а также в ряде случаев производные от этих переменных факторов.

Постоянные коэффициенты в формулах можно найти экспериментальным путем (измеряя, например, посредством простейших приборов положение центра масс и момент инерции тела гимнаста в различных позах) или на основе средних статистических данных. Получая данные об изменениях переменных факторов (например, с помощью экзоскелета и датчиков угловых перемещений, расположенных соосно с осями вращения суставов), можно с помощью ЭВМ иметь информацию об изменениях биомехани ческих характеристик в процессе выполнения упражнений, а также после регистрации переменных факторов использовать ЭВМ для расчета и преобразования искомых характеристик.

Проведенный нами анализ значения различных биомеханических характеристик в формировании структуры двигательных действий позволяет подразделить эти характеристики на следующие два вида: оценочные и обеспечивающие.

В гимнастических упражнениях качество выполнения движений в целом (или в какой-либо одной его фазе) при прочих равных условиях можно количественно определить значением (или изменением) одной (или нескольких) оценочной биомеханической характеристики. К прочим равным условиям относятся безопасность и хорошее выполнение анализируемых элементов, соблюдение заданной формы движения. Во многих упражнениях оценочная характеристика - это результат выполнения движения (например, высота вылета в прыжке вверх, длина прыжка в длину). В ряде гимнастических упражнений (например, из угла силой согнувшись стойка на руках) основной задачей двигательного действия является подъем центра масс тела гимнаста на определенную высоту при сохранении заданной формы движения.

Обеспечивающими биомеханическими характеристиками гимнастических упражнений называются такие характеристики, совокупность которых обусловливает формирование оценочных характери стик. Так, в прыжке вверх оценочная характеристика (высота вылета гимнаста над местом отталкивания ) формируется посредством двух обеспечивающих характеристик: высоты подъема центра масс гимнаста в конце взаимодействия с опорой и скорости его центра масс в конце фазы опоры.

Представление любых биомеханических характеристик унифицированными математическими выражениями создает возможность определить роль элементарных движений в формировании основного двигательного действия. Это производится следующим образом. Из сказанного выше следует, что любую биомеханическую характеристику можно представить в виде

Y = f(x1, x2,...xn),

где хi - переменные параметры, характеризующие элементарные движения, которые являются функцией времени. Под элементарными движениями здесь понимаются угловые и линейные перемещения в суставах и(или) координаты суставных осей в избранной системе координат.

Дифференцируя Y по t по правилам дифференцирования сложной функции, после преобразований получаем

,



т.е. скорость изменения функции Y слагается из скоростей, обусловленных элементарными движениями.

Если мы проинтегрируем предыдущее выражение, то после преобразования получим

,



т.е. приращение анализируемой функции равно сумме приращений, обусловленных элементарными движениями.

Аналогично находим формулы, позволяющие оценить вклад элементарных движений в формирование ускорения центра масс тела гимнаста, в усилия взаимодействия гимнаста с опорой, в потенциальную и кинетическую энергию и в другие биомеханические характеристики.

Выявление ведущих элементов двигательных действий дает возможность ранжировать их по степени значимости в формировании результата упражнения, выявлять основные и второстепенные элементарные движения и использовать информацию об их роли для совершенствования учебно-тренировочно го процесса в гимнастике.

При исследовании закономерностей взаимодействия гимнаста с упругими гимнастическими снарядами были изучены характеристики этих снарядов и проведены модельные исследования ударного взаимодействия гимнаста с упругой опорой.

Исследования показали, что эффективное взаимодействие гимнаста с упругой опорой происходит при оптимальной продолжительности контакта с ней, которая зависит от амплитуды и формы усилий взаимодействия гимнаста с опорой и характеристик упругого снаряда.

Проведенные нами исследования дают возможность сделать следующие обобщения.

Показана целесообразность применения на практике усовершенствованных и оригинальных методов обучения гимнастическим упражнениям: срочной корректирующей информации, выявления ведущих элементов двигательных действий, оптимизации взаимодействия гимнаста с упругой опорой, которые значительно повышают эффективность технической подготовки гимнастов как путем улучшения качества выполнения движения, так и посредством сокращения продолжительности учебно-тре нировочного процесса.

Результаты исследований показывают, что совершенствованию метода срочной корректирую щей информации способствуют такие разработки:

- классификация биомеханических характери стик двигательных действий, включающая оценочные характеристики, количественно определяющие качество выполнения гимнастических упражнений, и обеспечивающие характеристики, детерминирующие формирование оценочных показателей;

- унифицированная методика определения биомеханических характеристик гимнастических упражнений, позволяющая вычислить любые характеристики по формулам, учитывающим геометрию масс тела гимнаста и положение звеньев тела в пространстве, дающая возможность при использовании ЭВМ и гониометрических устройств регистрировать характеристики гимнастических упражнений в процессе выполнения движений и применять их для коррекции действий гимнаста.

Применение в учебно-тренировочном процессе по гимнастике метода выявления ведущих элементов гимнастических упражнений осуществляется посредством оригинальной методики ранжирования биомеханических характеристик двигательных действий по их значимости в формировании основного двигательного эффекта упражнения; выявления эффективных средств срочной корректирующей информации, характеризующих оптимальную взаимосвязь элементарных движений гимнаста; разработки контролирующих и тренажерных устройств, обеспечивающих целенаправленную коррекцию движений гимнаста.

Реализация на практике метода оптимизации взаимодействия гимнаста с упругой опорой осуществляется на основе выявления условий эффективного ударного взаимодействия гимнаста с упругим снарядом, обеспечивающих максимальную скорость центра масс тела гимнаста в конце опорного периода, средств инструментального контроля за техникой движений и разработкой специальных тренажерных устройств, обеспечивающих формирование эффективного отталкивания гимнаста от упругой опоры.

Использование закономерностей взаимодей ствия гимнаста с упругой опорой в педагогических экспериментах позволяет интенсифицировать процесс обучения путем использования упругих опор различной жесткости и разработанных нами тренажерных устройств регулируемой упругости; повысить эффективность процесса обучения на основе использования информации о фактической и оптимальной продолжительности опорного периода.

Разработанные нами для обучения гимнастическим упражнениям унифицированная методика определения и классификации биомеханических характеристик гимнастических упражнений, методы выявления ведущих элементов движений и оптимизации взаимодействия гимнаста с упругой опорой применимы к различным аспектам двигательной деятельности человека, особенно к биомеханике спор-тивных и трудовых движений, к разработке новых спортивных снарядов и тренажеров, инструментальных средств корректирующей информации.