

В. Г. Свечкарев, Ж. Н. Шхалахалова, Р. Г. Хуснутдинова

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНОЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Ключевые слова: тренажер, адаптивное воздействие, армспорт.

Разработан тренажер адаптивного воздействия для армспорта с управлением сопротивлением по обратной связи, позволяющий проводить тренировочные занятия в оптимальном режиме нагружения по биомеханическому параметрам движения.

Keywords: a simulator, adaptive influence, armsport.

The simulator of adaptive influence for armsport with management of resistance on a feedback is developed, allowing to spend trainings in an optimum mode of loading on biomechanical parameters of movement.

### Введение

Актуальность данного исследования обусловлена потребностью в разработке систем управления и сбора данных, способствующих решению проблемы выдачи экспресс – информации о качестве выполнения двигательного действия, формировании управляющих воздействий на спортсмена. Наряду с этим существуют проблемы адаптивного управления тренировочной нагрузкой на основе индивидуальных особенностей спортсмена.

Недостаточно развита индустрия производства тренажерных средств, реализующих возможности современных информационных технологий [1-3].

Тренировочный процесс спортсменов высокой квалификации отличается увеличением влияния их индивидуальных показателей на расчет параметров тренировочной нагрузки. Конструкция безынерционного тренажера адаптивного управления для армспорта представлена на рис. 1.

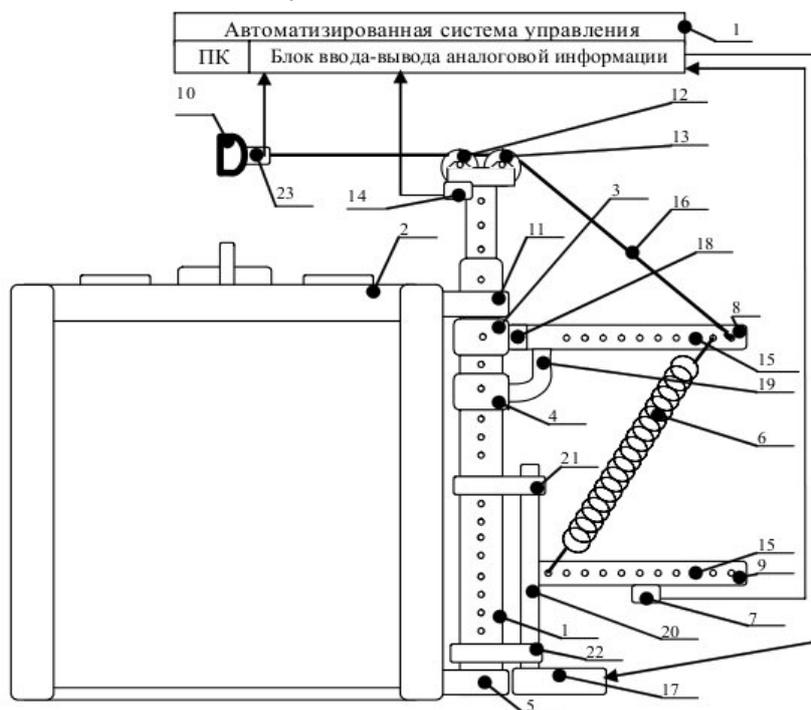


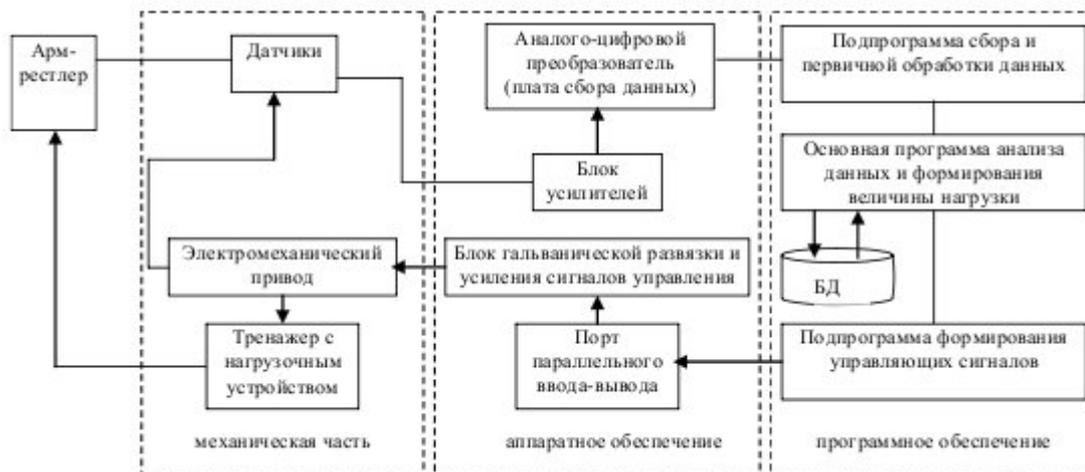
Рис. 1 - Безынерционный тренажер адаптивного управления для армспорта: 1 - Стойка; 2 - Стол для армспорта; 3, 4 - Ползуны; 5, 11 - Крепления; 6 - Пружина; 7 - Датчики перемещения; 8, 9 - Держатели; 10 - Рукоятка; 12, 13 - Блоки; 14 - АСУ; 15 - Отверстия; 16 - Трос; 17 - Электродвигатель; 18 - Ось; 19 - Фиксатор; 20 - Электрический домкрат; 21, 22 - Специальные ползуны; 23 - Датчик силы

В состав разработанной АСУ входит машина адаптивного управления для армспорта, представляющая собой тренажер (рис. 1), моделирующий спортивное движение. Начальное натяжение пружин регулируется АСУ электромеханическим способом. Датчики 23 и 7, АСУ

14, блок изменения нагрузки (электродомкрат 20) образуют контур адаптивной обратной связи. Настоящая система в качестве АСУ использует ЭВМ, что позволяет не только осуществлять автоматическое регулирование величины нагрузки, но и задавать ее индивидуально каждому

спортсмену, помещать в базу данных результаты каждого выполненного упражнения. Предложенный программно-аппаратный комплекс имеет структуру, представленную на рис. 2. Информация о кинематических, динамических и других параметрах движения преобразуется соответствующими датчиками в электрические сигналы. Затем они

усиливаются блоком усилителей до величины, которая осуществляет аналого-цифровое преобразование поступивших на нее сигналов. После этого информация о характеристиках движения представляется в цифровом виде, и вся ее дальнейшая обработка осуществляется программно [4-6].



**Рис. 2 - АСУ тренировочным процессом армрестлеров**

Подпрограмма сбора и первичной обработки данных считывает с платы сбора данных информацию о движении, представляет ее в удобном для дальнейших вычислений виде и заносит в массив данных. Основная программа забирает измеренные данные из массива, вычисляет основные характеристики движения, сравнивает их со значениями, которые задал тренер, и решает вопрос об изменении тренировочной нагрузки.

Далее подпрограмма формирования управляющих сигналов для нагрузочного устройства по результатам работы основной программы выставляет на порт параллельного ввода-вывода сигнал о направлении изменения величины нагрузки. При этом, периодически получая управление через интервал времени, определенный таймером, она каждый раз проверяет соответствие величины нагрузки заданной и в случае ее достижения снимает управляющий сигнал.

Следующий блок осуществляет гальваническую развязку сигналов управления с порта ввода-вывода ЭВМ и конечной схемы электропривода.

В начале тренировки спортсмену дается нагрузка, зависящая от его индивидуальных характеристик.

Управление тренировочной нагрузкой в данной АСУ осуществляется на основе вычисления скорости выполнения движения. В начале тренировки спортсмену выставляется нагрузка, соответствующая какому-то процентному значению его максимальных возможностей, хранящихся в базе данных. Далее он выполняет упражнения по заданному тренером плану тренировки. Если спортсмен показывает «хорошие результаты», это проявляется в превышении максимальной скорости выполнения упражнения, задаваемой тренером. В этом случае АСУ увеличивает нагрузку пропорционально превышению

скорости. Нарастающее в процессе тренировки утомление мышц спортсмена является причиной снижения скорости. Поэтому АСУ постепенно, от упражнения к упражнению, снижает нагрузку для поддержания заданной скорости выполнения движения. Выполнение подхода прекращается после завершения заданного тренером количества повторений упражнения либо в случае падения скорости выполнения движения до некоторого (программируемого) минимального значения. Спортсмену подается сигнал о прекращении выполнения упражнений и необходимости отдыха.

В состав механической части системы управления входят: тренажер с нагрузочным устройством, электромеханический привод и датчики измерения физических величин.

Разработанная нами технология тренировки армрестлеров высокого класса на безынерционном тренажере адаптивного управления для армспорта состоит в следующем:

Тренер с помощью АСУ устанавливает на безынерционном тренажере адаптивного управления сопротивление, равное 95% (или необходимое другое) от максимального (за выбранный промежуток времени или на данный момент). С таким сопротивлением армрестлер высокого класса может выполнить рабочее движение около трех раз. Однако физиологическая нагрузка на его организм будет равна 95% только при первом выполнении. При повторном выполнении движения она составит уже 97–98%, причем скорость выполнения упражнения несколько уменьшится. При третьем повторении физиологическая нагрузка будет равна 100%, причем скорость выполнения упражнения еще уменьшится. Такой вид нагрузки не всегда оправдан: организм очень быстро к нему привыкает.

При использовании безынерционного тренажера адаптивного управления картина выполнения подхода меняется подбором АСУ оптимальной (плавно изменяющейся по ходу выполнения движения) величины сопротивления мышц спортсмена на основе зарегистрированной скорости движения. Таким образом, получается, что армрестлер выполняет последующие повторения с физиологической нагрузкой, также равной 95%, за счет изменения (как правило, уменьшения) нагрузки по ходу выполнения подхода.

Повторений в подходе может быть любое количество (три, пять, семь и др.). Оно определяется тренером и заносится в АСУ. После выполнения заданного количества повторений АСУ подает звуковой сигнал о прекращении выполнения движений, что освобождает спортсмена от необходимости их считать.

Интенсивный, с переходом в экстенсивный, режим нагружения (такое название дано нами методу по рекомендации Л.П. Матвеева), реализованный нами на безынерционном тренажере адаптивного управления для армспорта, по нашему мнению, является естественным для опорно-двигательного аппарата человека. Так, при тренировке армрестлеров в естественных условиях, когда первый спортсмен выполняет (отрабатывает) атакующее действие, а второй создает ему сопротивление (и одновременно отрабатывает действия и развивает двигательные качества в проигрышном положении), происходит

утомление мышц как у первого, так и у второго борца. За счет этого уменьшается сила тяги у первого армрестлера и сила противодействия – у второго, что позволяет борцам продолжать выполнение движений.

Так тренировались армрестлеры раньше, так они тренируются и сейчас. Однако у этого «естественного» метода есть существенный недостаток – необходимое (желанное) сопротивление невозможно удерживать за счет субъективности ощущения величины его силы и различной скорости утомления мышц у обоих армрестлеров. Поэтому величина сопротивления изменяется в большом диапазоне. Кроме того, при применении этого метода практически невозможно создавать переменные сопротивления.

Все вышеперечисленные недостатки отсутствуют при занятиях на предлагаемом нами тренажере для армспорта. Это достигается за счет использования АСУ тренировочным процессом на основе обратной связи по скорости выполнения движения.

Перед началом и после завершения сравнительного педагогического эксперимента было проведено тестирование армрестлеров по критерию специальной физической подготовленности. Эти данные, а также достоверность их различия приведены в табл. 1.

**Таблица 1 - Показатели специальной физической подготовленности армрестлеров до и после проведения сравнительного педагогического эксперимента**

| № | Вид упражнения   | Контрольная группа |                   | Эксперимент. группа |                   | Достоверность различий при $p < 0,05$ |     |     |     |
|---|--|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|
|   |  | До эксп.           | После эксп.       | До эксп.            | После эксп.       | 1-2                                   | 1-3 | 2-4 | 3-4 |
|   |  | 1                  | 2                 | 3                   | 4                 |                                       |     |     |     |
| 1 | Статика, начало движения (Н)                             | 643,92±<br>18,102  | 648,64±<br>19,232 | 648,64±<br>19,232   | 683,78±<br>19,556 | >                                     | >   | <   | <   |
| 2 | Статика, середина движения (Н)                           | 675,42±<br>19,231  | 681,07±<br>19,387 | 681,07±<br>19,387   | 714,50±<br>19,913 | >                                     | >   | <   | <   |
| 3 | Статика, конец движения (Н)                              | 816,07±<br>9,783   | 822,21±<br>10,090 | 822,21±<br>10,090   | 848,92±<br>9,567  | >                                     | >   | <   | <   |
| 4 | Время выполнения движения с сопр-ем 95 % (с)             | 0,44±<br>0,010     | 0,43±<br>0,007    | 0,43±<br>0,007      | 0,40±<br>0,005    | >                                     | >   | <   | <   |
| 5 | Кол-во выполнения упражнений с сопротивлением 95 % (раз) | 2,85±<br>0,183     | 2,92±<br>0,170    | 2,92±<br>0,170      | 3,71±<br>0,130    | >                                     | >   | <   | <   |
| 6 | Подтягивание на одной руке (раз)                         | 2,71±<br>0,169     | 2,78±<br>0,160    | 2,78±<br>0,160      | 2,92±<br>0,131    | >                                     | >   | >   | >   |

В процессе сопоставительного анализа результатов, полученных в сравнительном педагогическом эксперименте, установлена эффективность методического приема, основанного на выполнении соревновательного упражнения в тренировочном процессе на безынерционном тренажере адаптивного управления для армспорта за счет подбора автоматизированной системой управления тренажера оптимальной (изменяющейся

бездискретно по ходу выполнения движения) величины сопротивления для мышц спортсмена на основе обратной связи по скорости движения.

Другим фактором результирующего воздействия на повышение уровня специальной физической подготовленности армрестлеров в экспериментальной группе является методика тренировки в условиях адаптивного (индивидуального) формирования нагрузки.

Создавая оптимальные условия (исключающие перенапряжения организма) для тренировки армрестлеров высшего уровня мастерства, мы тем самым создаем благоприятные условия для повышения уровня адаптационных возможностей их организма, а это – одно из фундаментальных требований для дальнейшего стабильного повышения спортивных результатов.

Высокую результативность в развитии скоростно-силовых способностей в экспериментальной группе мы связываем также с эффективностью применения интенсивного режима нагружения с переходом в экстенсивный режим нагружения на безынерционном тренажере адаптивного управления для армспорта за счет использования АСУ.

Анализ проведенных исследований позволяет сделать следующее заключение.

Применение разработанной нами новой технологии тренировки армрестлеров высшего уровня мастерства на основе использования тренажёра адаптивного управления для армспорта за счет подбора АСУ оптимальной величины силы сопротивления для мышц спортсмена на основе обратной связи (информации о скорости движения),

делает учебно-тренировочный процесс более эффективным [7].

Перспективным представляется дальнейшее совершенствование АСУ безынерционного тренажера адаптивного управления для армспорта на основе учета нескольких биомеханических показателей, а также изменения мощности нагрузки с учетом ответной реакции вегетативных систем организма.

## Литература

1. Сивас Н.В. *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*, **79**, 9, 127-130 (2011).
2. Двоеносов В.Г., Юсупов Р.А., *Вестник Казан. технол. ун-та*, **6**, 194-201 (2006).
3. Павлова А.С., Лифанов А.Д., Зенуков И.А., *Вестник Казан. технол. ун-та*, **16**, 3, 323-325 (2013).
4. Закиров Т.Р., *Вестник Казан. технол. ун-та*, **2**, 88-90 (2008).
5. Наговицын Р.С., Ипатов И.В., *Вестник Казан. технол. ун-та*, **14**, 24, 289-294 (2011).
6. Коломиец М.В., *Вестник Казан. технол. ун-та*, **15**, 4, 207-210 (2012).
7. Наговицын Р.С., Ипатов И.В., *Вестник Казан. технол. ун-та*, **15**, 20, 227-228 (2012).

---

© В. Г. Свечкарев – проф. каф. физического воспитания АдГУ; Ж. Н. Шхалахалова – доц. той же кафедры; Р. Г. Хуснутдинова – ст. преп. каф. физического воспитания КНИТУ, khusnutdinova.rasima@mail.ru.