

## АДАПТАЦИОННО–РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЮНЫХ ГИМНАСТОК С РАЗНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ ТОНУСОМ

Л.Н. Ботова

Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия  
Для связи с автором: e-mail: lyuka\_89@mail.ru

### Аннотация:

Целью данного исследования было определение адаптационно-резервных возможностей организма юных гимнасток с умеренным преобладанием автономной и центральной регуляции. В работе представлен динамический анализ variability сердечного ритма (ВСР) и гемодинамики гимнасток 8-10 лет с разным вегетативным тонусом. При индивидуальном анализе показателей ВСР и гемодинамики у гимнасток наблюдалась разная ответная реакция на тренировочную нагрузку и ортостатическое тестирование в разные тренировочные дни. В результате исследований доказана целесообразность индивидуального динамического контроля адаптационно-резервных возможностей организма юных гимнасток для учета индивидуальных функциональных возможностей в планировании тренировочного процесса.

**Ключевые слова:** юные гимнастки, вегетативный тонус, гемодинамика, ортостатическое тестирование, тренировочный процесс.

### ADAPTIVE RESERVE CAPABILITIES OF YOUNG GYMNASTS WITH VARIOUS VEGETATIVE TONES

L. Botova

Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Russia, Kazan

### Abstract:

This research work is aimed at determination of adaptive reserve capabilities of young gymnasts with moderate prevalence of autonomous and central regulation. This paper contains a dynamic analysis of heart rate variability (HRV) and hemodynamics in 8-10 years gymnasts with various vegetative tones. Individual analysis of HRV and hemodynamics in gymnasts revealed different reactions for training workloads and till-test during different training days. The studies proved advisability of the dynamic control of individual adaptive reserve capabilities of young gymnasts for individual features consideration in the training process planning.

**Key words:** young gymnasts, vegetative tones, hemodynamics, till-test, training process.

**ВВЕДЕНИЕ.** В настоящее время в спортивной гимнастике остро стоит проблема количественного состава национальной сборной, особенно женской. Гимнастки вынуждены заканчивать спортивную карьеру по разным причинам, одной из которых являются большие физические нагрузки. Несмотря на то, что спортивная гимнастика является индивидуальным видом спорта, тренировочные нагрузки на этапах начальной подготовки, а также начальной и углубленной спортивной специализации предъявляются одинаковые всем членам команды. При спортивном отборе тренер, как правило, руководствуется критериями оценки внешних параметров спортсменов (антропометрические данные, тип телосложения, подвиж-

ность суставов, силовые качества), не учитывая функциональные возможности организма, в частности исходный вегетативный тонус. Однако известно, что выраженная ваго- и симпатикотония ограничивают адаптационные возможности детского организма [1,3,4], что может привести к дисрегуляторным проявлениям.

Для сохранения здоровья юных гимнасток актуальным на сегодняшний день становится определение типа вегетативной регуляции на этапе начальной подготовки и индивидуальный динамический контроль механизмов вегетативной регуляции на этапе спортивной специализации, который возможно реализовать при помощи анализа variability сердечного ритма.

Данный метод является современным индикатором функционального состояния организма, так как колебания статистических характеристик ВСР раньше, чем другие функциональные показатели, сигнализируют о чрезмерности нагрузки [2]. Проблемой современного детского спорта является отсутствие индивидуального подхода к построению тренировочного процесса на основе функционального состояния организма, что послужило постановкой цели исследования.

**ЦЕЛЬ:** определить индивидуальные адапционно-резервные возможности гимнасток 8-10 лет в тренировочном процессе с умеренным преобладанием центральной и автономной регуляции.

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:** В исследовании принимали участие юные гимнастки ( $n=20$ ) учебно-тренировочной группы третьего года обучения, в возрасте 8-10 лет, имеющие квалификацию III и II спортивных разрядов. Согласно заключению медицинского осмотра, все гимнастки были допущены к тренировкам. Все исследования проводились на базе ДЮСШ «Комсомолец» г. Набережные Челны. Порядок проведения исследования в течение микроциклов включал в себя ежедневную запись показателей ВСР в покое до тренировочных нагрузок, в ортостазе и через 20 минут после тренировочных нагрузок, а также запись показателей гемодинамики – в покое до и через 20 минут после тренировок. Индивидуальная динамика показателей ВСР и гемодинамики рассматривалась в специально-подготовительном микроцикле в начале учебного года. Всем гимнасткам предъявлялась одинаковая тренировочная нагрузка.

Анализ показателей ВСР осуществлялся с соблюдением методических рекомендаций по исследованию ВСР, разработанных группой авторов под руководством Баевского

Р.М. (1968). В качестве устройства для сбора и ввода информации использовался прибор «Варикард 2.51» (г. Рязань), обеспечивающий формирование динамических рядов кардиоинтервалов с частотой дискретизации электрокардиографического сигнала до 1000 Гц и выше, точность измерения R-R-интервалов  $\pm 1$ мс. Для анализа полученной информации использовалась программа «Иским-6». Определение типа вегетативной регуляции проводилось согласно классификации Н.И. Шлык, 2000 (таблица 1) [5]. В данной работе рассмотрены данные индивидуального анализа ВСР и гемодинамики у гимнасток с умеренным преобладанием центральной (I тип) и автономной регуляции (III тип).

Регистрация ЭКГ-сигнала осуществлялась в положении лежа во II стандартном отведении в течение 5 минут и в положении стоя в течение 6 минут. Переходные процессы в течение 1 минуты не анализировались. Анализировались временные (MxDMn, SI) и спектральные (TP, HF, LF, VLF, ULF) показатели ВСР. Показатели гемодинамики (ЧСС, УОК, МОК, ОПСС) регистрировались в положении лежа при помощи прибора «Валента» (г. Санкт-Петербург), использовался реографический метод по методике Тищенко И.М. (1973).

При проведении исследований соблюдались биоэтические нормы. Полученный материал обрабатывался методами математической статистики. Достоверными считались различия при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** В результате исследования были выявлены гимнастки с разным вегетативным балансом: с умеренным преобладанием центрального контура регуляции - I тип (15%), с выраженным преобладанием центрального контура регуляции - II тип (35%), с умеренным преобладанием автономного контура регуляции - III (40%) и выра-

Таблица 1- Классификация типов вегетативной регуляции сердечного ритма

Умеренное преобладание центральной регуляции (I тип)	SI>100 у.е., VLF>240 мс <sup>2</sup>
Выраженное преобладание центральной регуляции (II тип)	SI>100 у.е., VLF<240 мс <sup>2</sup>
Умеренное преобладание автономной регуляции (III тип)	20>SI<100 у.е., VLF>240 мс <sup>2</sup>
Выраженное преобладание автономной регуляции (IV тип) (нарушение работы синусового узла)	SI<20 у.е., VLF<500 мс <sup>2</sup>

женным преобладанием автономного контура регуляции - IV тип (10%). На рисунке 1а представлены средние значения показателей ВСР и гемодинамики в течение недели у гимнасток с умеренным преобладанием автономной регуляции (I тип). Из данных рисунка 1а видно, что у гимнасток с умеренным преобладанием автономной регуляции (I тип), согласно средним данным, от первого к пятому тренировочному дню в состоянии покоя нарастает активность автономного контура регуляции (увеличение суммарной мощности спектра TP ( $\text{мс}^2$ ) и всех его составляющих, снижение показателей ЧСС ( $\text{уд\мин}$ ) и SI (усл.ед.)). К концу тренировочной недели зарегистрирован переход в IV тип вегетативной регуляции. Наблюдается ярко выраженная дисрегуляция. Здесь регистрируются гиперреакции на ортостаз и тренировочную нагрузку, что отражает резко сниженные адаптационно-резервные возможности.

Однако при рассмотрении индивидуальных особенностей ВСР и гемодинамики у гимнасток с умеренным преобладанием центральной

регуляции (I тип) можно наблюдать отличные от среднестатистических реакции в течение недели. На рисунках 1 б,в,г представлены данные динамических исследований показателей ВСР и гемодинамики у гимнасток с I типом вегетативной регуляции – К.В., Д.З. и К.Г. соответственно. Благодаря динамическим исследованиям можно наблюдать у гимнастки К.В. (рисунок 1 б) парадоксальную ответную реакцию на тренировочную нагрузку в третий тренировочный день: показатель TP увеличивается с 2400,53 до 4075,69  $\text{мс}^2$ , HF – с 1223,87 до 2411,39  $\text{мс}^2$ , LF - с 550,19 до 948,96  $\text{мс}^2$ , особенно выражено парадоксальное изменение показателя VLF, который увеличивается с 188,96 до 672,05  $\text{мс}^2$  при ортостатическом тестировании и до 349,72  $\text{мс}^2$  в ответ на тренировочную нагрузку, данная реакция отражает предъявление нагрузки, превышающей функциональные возможности организма гимнастки.

Увеличение в ортостазе показателей LF ( $\text{мс}^2$ ) и VLF ( $\text{мс}^2$ ) при снижающемся HF свидетельствует о поддержании в ортостазе симпатикотонии за счет церебральных эрготропных

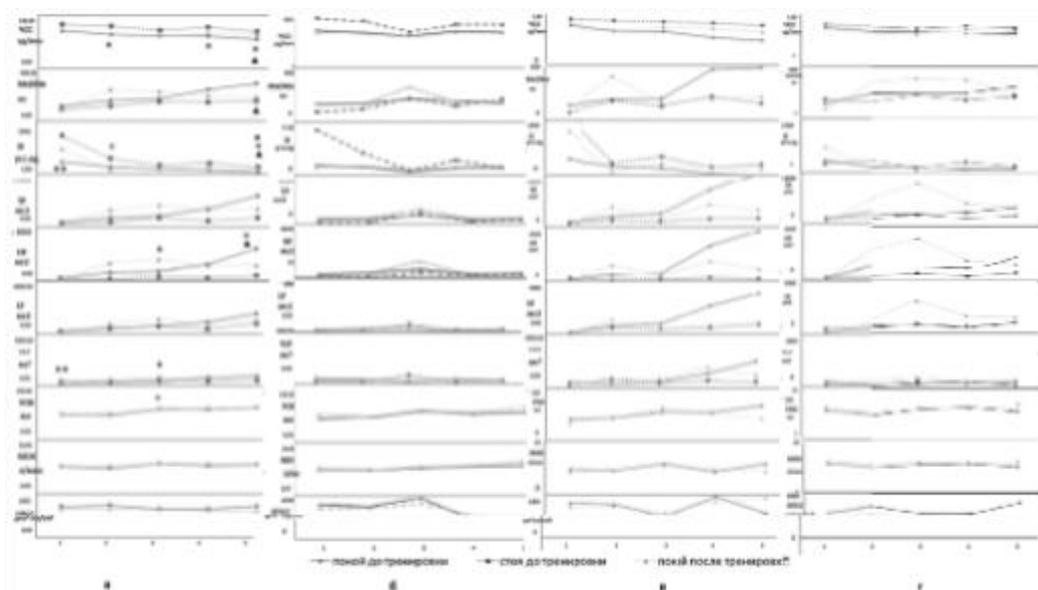


Рисунок 1 а – средние показатели ВСР и гемодинамики у гимнасток с умеренным преобладанием центральной регуляции в течение тренировочного микроцикла; б – показатели ВСР и гемодинамики в течение тренировочного микроцикла гимнастки К.В., в – гимнастки Д.З., г – гимнастки К.Г.

\* статистическая значимость различий, равная (ортостаз) ( $P \leq 0,05$ )

\*\* статистическая значимость различий, равная (ортостаз) ( $P \leq 0,01$ )

• статистическая значимость различий, равная (тренировка) ( $P \leq 0,05$ )

◦ статистическая значимость различий, равная ( $P \leq 0,05$ ) относительно предыдущего тренировочного дня

▲ - статистическая значимость различий, равная ( $P \leq 0,05$ ) пятого тренировочного дня относительно первого

механизмов [2]. Со стороны показателей ГД также наблюдается парадоксальное снижение показателей УОК - с 64,77 до 63 мл, МОК - с 5,4 до 5,2 л/мин и ОПСС - с 1519 до 1368 дин\*сек/см<sup>5</sup> после тренировочной нагрузки, что отражает состояние дисрегуляции в данный тренировочный день. В последующие дни реакции на ортостаз и тренировочные нагрузки нормализуются.

Переход с одного уровня регуляции организма на другой у юных гимнасток наглядно показан на рисунке 1в. Согласно данным рисунка 1в, гимнастка Д.З. под воздействием нагрузок, не соответствующих ее функциональному состоянию, переходит в IV тип вегетативной регуляции, характеризующийся выраженным преобладанием автономной регуляции и состоянием дисрегуляции. Уже в первый тренировочный день у данной гимнастки наблюдается чрезмерная ответная реакция на ортостаз, отражающая сниженные функциональные возможности, на фоне данного функционального состояния продолжается тренировочный процесс, что приводит к парадоксальной реакции на тренировку во второй тренировочный день. От начала к концу тренировочной недели у данной гимнастки снижается ЧСС, показатель МхDMn начиная с третьего тренировочного дня резко возрастает до 579 мс, в то время как SI резко снижается до 12 усл.ед.. Также в недельном цикле резко нарастают показатели TP (мс<sup>2</sup>), HF(мс<sup>2</sup>), LF(мс<sup>2</sup>) и VLF (мс<sup>2</sup>). Особое внимание необходимо обратить на функциональное состояние данной гимнастки в четвертый и пятый тренировочные дни. Здесь на фоне увеличения автономной активности в состоянии покоя наблюдается чрезмерная реакция на ортостаз. Со стороны гемодинамики к концу тренировочной недели после тренировочной нагрузки наблюдается снижение сократительной способности миокарда – МОК снижается с 5,72 л/мин до 4,3 л/мин. В данном случае необходим пересмотр тренировочной нагрузки, предъявляемой гимнастке, от второго к пятому тренировочному дню, а также режима тренировок и отдыха.

У гимнастки К.Г. от второго к четвертому дню тренировочной недели наблюдается парадоксальная ответная реакция на тренировочную

нагрузку со стороны показателей ВСП (увеличиваются значения TP (мс<sup>2</sup>), HF (мс<sup>2</sup>), LF (мс<sup>2</sup>), VLF (мс<sup>2</sup>) вместо их снижения, а показатель SI, наоборот, снижается), которая достигает своего максимума в третий тренировочный день.

Со стороны показателей гемодинамики третий тренировочный день также отличается увеличением напряжения гемодинамики, выражающемся в увеличении показателя МОК с 5,73 до 6,28 л/мин без существенного снижения показателя ОПСС (дин\*сек/см<sup>5</sup>).

Таким образом, можно сделать вывод, что в данной тренировочной неделе для гимнасток Д.З и К.Г. наиболее нагрузочной для организма была вторая тренировка, тогда как для гимнастки К.В – третья. Предъявленная физическая нагрузка в указанные дни чрезмерна, не соответствует функциональному состоянию организма и требует пересмотра.

На рисунке 2а представлены данные ВСП и гемодинамики гимнасток с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип) в течение тренировочной недели. Из данных рисунка 2а видно, что у гимнасток на протяжении тренировочной недели в ответ на ортостаз и тренировочную нагрузку зарегистрирована оптимальная реакция, заключающаяся в увеличении активности центральной регуляции и симпатической активности. У данных гимнасток зарегистрированы статистически значимые изменения со стороны временных (ЧСС (уд/мин), МхDMn (мс), SI (усл.ед.) показателей, а также показателей спектральной функции - TP (мс<sup>2</sup>) и HF (мс<sup>2</sup>). Таким образом, гимнастки с умеренным преобладанием автономной регуляции имеют высокие функциональные возможности и хорошо адаптируются к предъявляемым нагрузкам. Изменения со стороны гемодинамики в ответ на тренировочные нагрузки незначимы.

Однако при индивидуальном анализе показателей ВСП и гемодинамики (рисунки 2 б, в, г) можно наблюдать, что тренировочная нагрузка является избыточной для гимнастки Куд. Г. (рисунок 2 б) во второй и пятый тренировочные дни, где регистрируется парадоксальная реакция на ортостаз, а чрезмерные ответные реакции в ответ на тренировочные нагрузки наблюдаются на протяжении всей трениро-

вочной недели, что может быть сигналом снижения функциональных резервов у данной гимнастки. У гимнастки А.И. (рисунок 2 в) на всем протяжении тренировочной недели наблюдаются оптимальные ответные реакции. У данной гимнастки во все дни тренировок в ответ на ортостатическое тестирование наблюдается увеличение показателей ЧСС (уд/мин) и SI (усл.ед.) и снижаются показатели TP (мс<sup>2</sup>), HF (мс<sup>2</sup>), LF (мс<sup>2</sup>), VLF (мс<sup>2</sup>), такая реакция отражает снижение вагального тонуса и активацию барорефлекторной регуляции артериального давления, что является оптимальной ответной реакцией на ортостаз. Ответ на тренировочную нагрузку со стороны показателей ВСР и гемодинамики оптимальный. Такая реакция отражает эффективную адаптацию организма к физической нагрузке и достаточный уровень резервных возможностей организма гимнастки.

В свою очередь, гимнастка С.Л. (рисунок 2 г) хорошо переносит тренировочную нагрузку в начале недели и парадоксально реагирует на тренировочные нагрузки в четвертый и пятый тренировочные дни. Здесь зарегистрировано парадоксальное снижение индекса напряжения регуляторных систем (SI) после трени-

ровочной нагрузки в четвертый и пятый дни с 75 до 29 усл.ед и с 63 до 28 усл.ед соответственно, а также снижение показателя ЧСС с 78 до 69 уд/мин в пятый тренировочный день. В спектральной функции к концу микроцикла в ответ на тренировочную нагрузку происходит парадоксальное увеличение показателей TP с 3752,43 до 6241,93 мс<sup>2</sup>, HF - с 1503,89 до 3334,24 мс<sup>2</sup>, LF - с 668,4 до 2172,99 мс<sup>2</sup>. Также парадоксальная реакция в конце тренировочной недели наблюдается и со стороны показателей гемодинамики, где после тренировочных нагрузок в четвертый и пятый дни МОК снижается с 4,97 до 4,67 л/мин и с 6,0 до 5,81 л/мин соответственно. В то же время показатель ОПСС увеличивается с 838 до 1128 (дин\*сек/см<sup>5</sup>) в четвертый день и с 764 до 853 (дин\*сек/см<sup>5</sup>) - в пятый тренировочный день. Таким образом, гимнастка оптимально реагирует на тренировочные нагрузки только в первые три дня тренировочного цикла.

**Выводы:** Отсутствие большого количества значимых различий в ответных реакциях на ортостаз, тренировочные нагрузки, а также предыдущие и последующие тренировочные дни, согласно средним данным, обуслов-

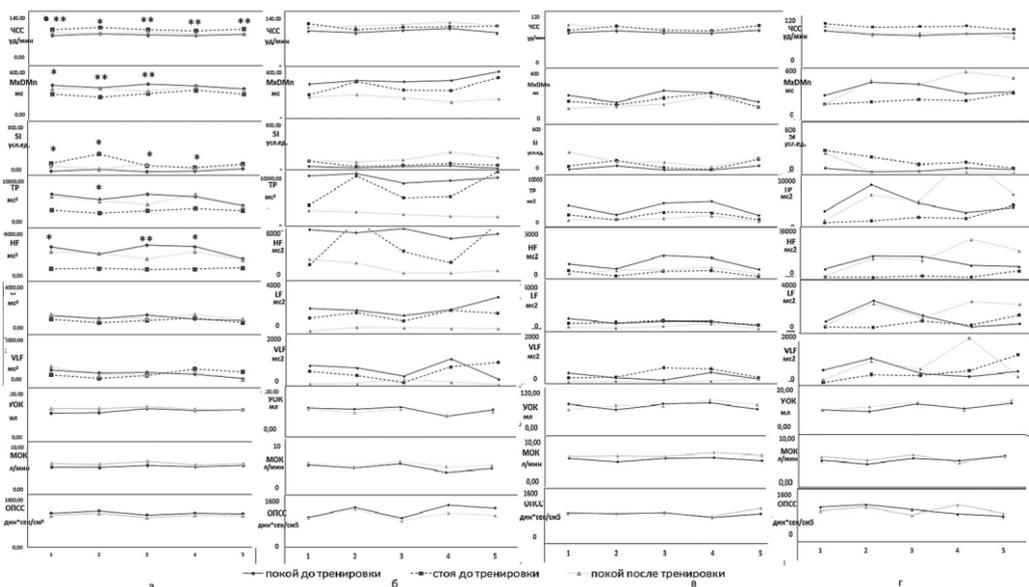


Рис. 2 а — средние показатели ВСР и гемодинамики у гимнасток с умеренным преобладанием автономной регуляции в течение тренировочного микроцикла; б — показатели ВСР и гемодинамики в течение тренировочного микроцикла гимнастки Куд. Г., в — гимнастки А.И., г — гимнастки С.Л.

\* статическая значимость различий равная (ортостаз) ( $P \leq 0,05$ )

\*\* статическая значимость различий равная (ортостаз) ( $P \leq 0,01$ )

ливается, на наш взгляд, индивидуальными особенностями функционального состояния организма гимнасток. Реакции, отражающие снижение функциональных возможностей, утомление и дисрегуляцию у разных гимнасток наблюдаются в разные тренировочные дни микроцикла. Таким образом, исключительно индивидуальный динамический анализ показателей ВСР и гемодинамики позволяет достоверно оценить уровень адаптационно-

резервных возможностей организма конкретного спортсмена в определенный тренировочный день тренировочного микроцикла. Такой подход обеспечивает возможность грамотного планирования учебно-тренировочного процесса, направленного не только на совершенствование физиологических механизмов, обеспечивающих адаптацию организма к мышечной деятельности, но и на сохранение здоровья юных спортсменов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горст, В.Р. Интегративная деятельность нервной системы и адаптивные возможности человека / В.Р. Горст, Н.А. Горст, О.В. Черкашина, И.А. Горюнов, А.Э. Мамедов, А.А. Городовенко // Структурные преобразования органов и тканей в норме и при воздействии антропогенных факторов : Сб. науч. тр. / Астрахан. гос. мед. акад. — Астрахань, 2004. — С. 89-92.
2. Михайлов, В.М. Вариабельность сердечного ритма. Опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. — Иваново : Изд-во Ивановской госуд. Мед.

академии. — 2002. — 306 с.

3. Осолкова, М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей / М.К. Осолкова. — М.: Медицина, 1988. — 272 с.
4. Степанова, О.В. Особенности реакции сердечно-сосудистой системы на тестовые нагрузки у детей дошкольного возраста : автореф. дисс....канд. мед. наук / О.В. Степанова. — Москва, 1986. — 20 с.
5. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : монография / Н.И. Шлык. — Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2009. — 255 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Gorst, V.R. Integrative activity of the nervous system and human adaptive capabilities / V.R. Gorst, N.A. Gorst, O.V. Cherkashina, I.A. Gorjunov, A.E. Mamedov, A.A. Horodovenko // Structural transformation of organs and tissues in normal conditions and under the influence of anthropogenic factors: Coll. scientific. Tr. / Astrahan.gos.med.akad.-Astrakhan, 2004 - p. 89-92.
2. Mikhailov, V.M. Heart rate variability. Experience of practical application of the method / V.M. Mikhailov. - Ivanovo: Izd Ivanovo govt. Med. Academy -2002- 306 p.

3. Oskolkova, M.K. Functional study methods of the children circulatory system / M.K. Oskolkova. - M.: Medicine, 1988 - 272 p.
4. Stepanova, O.V. Particularities of reaction of the cardiovascular system to the test loads in preschool children: Author. diss ... .kand.med.nauk / O. Stepanova. - Moscow, 1986 — 20 p.
5. Shlyk, N.I. Heart rate and the regulation type in children, adolescents and athletes: monograph / N.I. Shlyk. - Izhevsk: Publishing house "Udmurtia University", 2009 - 255 p.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Ботова Любовь Николаевна - старший преподаватель кафедры теории и методики спортивных дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма