



БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

Тренер-преподаватель по художественной гимнастике

ФСК «Согдиана»

Султанова Диана Баходировна

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования эффективности комплексного биомеханического и психофизиологического мониторинга соревновательной деятельности гимнасток в художественной гимнастике. В исследовании была разработана и апробирована система мониторинга, объединяющая видео биомеханический анализ, оценку технической точности, устойчивости, координационных способностей, соревновательной результативности и субъективного уровня утомления. В педагогическом эксперименте приняли участие 24 гимнастки, которые были распределены на экспериментальную и контрольную группы по 12 человек. Продолжительность эксперимента составила 12 недель.

Ключевые слова: художественная гимнастика, гимнастки, биомеханический мониторинг, психофизиологический мониторинг, техническая подготовка, координация, устойчивость, утомление, соревновательная деятельность, индивидуализация.

Введение. Современная художественная гимнастика относится к видам спорта, в которых результат соревновательной деятельности определяется высокой точностью, координационной сложностью, устойчивостью двигательных действий и способностью спортсменки сохранять техническое качество упражнения в условиях повышенного эмоционального напряжения.



Современный тренировочный процесс требует не только увеличения объёма и интенсивности физических нагрузок, но и совершенствования методов объективного контроля. В связи с этим особое значение приобретают цифровая видео регистрация, биомеханический анализ движений, оценка внутренней и внешней тренировочной нагрузки, а также психофизиологический контроль состояния спортсменки.

Исследования последних лет показывают, что мониторинг спортивной деятельности целесообразно строить на основе сочетания нескольких групп показателей. В частности, в исследовании 40 юных гимнасток продолжительностью 12 недель одновременно контролировались субъективная оценка нагрузки, сердечно-сосудистая нагрузка и механическая нагрузка в виде количества прыжков. При этом между количеством прыжков и изменениями силовых показателей были выявлены статистически значимые корреляции, а между физиологической нагрузкой и аэробными изменениями также отмечалась выраженная взаимосвязь [8].

Вопросы психофункционального контроля в художественной гимнастике также приобретают всё большее значение. Современные аппаратно-программные комплексы позволяют одновременно оценивать психофизиологическое состояние, функциональные показатели и физическую подготовленность гимнасток [7].

С научно-методической точки зрения применение биомеханического анализа в спортивной подготовке основывается на объективной оценке структуры двигательного действия. А.А. Tolametov рассматривает биомеханику как научную основу анализа физических движений и их пространственно-временных характеристик [1].

В.Р. Vafoyev, S.I. Cho‘lliyev и Z.X. Yusupova раскрывают возможности спортивной биомеханики для анализа двигательных действий, силовых и



энергетических характеристик и совершенствования технологий спортивной подготовки [2].

В теории и методике художественной гимнастики M.N. Umarov и N.X. Fetxullova подчёркивают значение технической, физической и координационной подготовки гимнасток [3].

Таким образом, объединение биомеханического и психофизиологического контроля представляет научный и практический интерес для индивидуализации подготовки гимнасток.

Актуальность исследования. Актуальность исследования определяется необходимостью перехода от преимущественно визуального контроля технической подготовки к комплексной системе объективного мониторинга.

В традиционной системе тренерского контроля основное внимание уделяется внешней оценке выполнения упражнения. Однако сложные технические элементы художественной гимнастики требуют более детального анализа.

Особенно важными являются:

- пространственная структура движения;
- временная последовательность фаз;
- устойчивость;
- амплитуда;
- точность двигательного действия;
- координационная согласованность;
- стабильность повторных попыток;
- субъективное восприятие нагрузки;
- психофизиологическое состояние.

В современных исследованиях также подчёркивается необходимость одновременного контроля внутренних и внешних нагрузок.



Следовательно, научная проблема заключается не только в регистрации отдельных показателей, но и в их комплексной интерпретации для последующей коррекции тренировочного процесса.

Цель исследования. Целью исследования являлось экспериментальное обоснование эффективности комплексного биомеханического и психофизиологического мониторинга соревновательной деятельности гимнасток в художественной гимнастике.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить теоретико-методические основы биомеханического мониторинга в художественной гимнастике.
2. Разработать систему комплексного контроля соревновательной деятельности.
3. Определить исходный уровень технических, координационных и психофизиологических показателей.
4. Провести 12-недельный педагогический эксперимент.
5. Сравнить динамику показателей экспериментальной и контрольной групп.
6. Определить статистическую значимость выявленных изменений.
7. Разработать практические рекомендации по использованию мониторинга в тренировочном процессе.

Материалы и методы исследования. В эксперименте приняли участие 24 гимнастки, занимающиеся художественной гимнастикой.

Спортсменки были распределены на две группы:

- экспериментальная группа — 12 человек;
- контрольная группа — 12 человек.

Продолжительность педагогического эксперимента составила 12 недель.



Экспериментальная группа дополнительно использовала комплексную систему мониторинга:

видео фиксация → биомеханический анализ → психофизиологическая оценка → педагогическая интерпретация → индивидуальная коррекция → повторный контроль.

Контрольная группа занималась по традиционной программе с использованием обычного педагогического наблюдения.

Для оценки эффективности системы применялись следующие показатели:

1. техническая точность;
2. устойчивость;
3. координационная подготовленность;
4. соревновательная оценка;
5. субъективный уровень утомления.

Статистическая обработка осуществлялась посредством определения:

- среднего арифметического значения — M ;
- стандартного отклонения — σ ;
- процентного прироста;
- критерия Стьюдента — t ;
- уровня статистической значимости — p ;
- коэффициента корреляции Пирсона — r .

Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$, высокая статистическая значимость — при $p < 0,01$.

Организация биомеханического мониторинга. Для каждой гимнастки осуществлялась видеозапись выполнения соревновательного упражнения.

Анализировались:

- положение туловища;
- положение верхних и нижних конечностей;
- устойчивость;



- амплитуда;
- траектория движения;
- точность выполнения;
- пространственно-временная структура;
- стабильность выполнения.

Для оценки технической точности использовалась условная десятибалльная шкала.

Координационные способности оценивались посредством комплекса двигательных заданий.

Субъективное утомление оценивалось по десятибалльной шкале, где увеличение значения соответствовало повышению субъективной тяжести нагрузки.

Результаты исследования. Первоначальный этап исследования показал, что обе группы имели близкие значения по большинству исследуемых показателей.

Таблица 1. Исходные показатели гимнасток

Показатель	Экспериментальная группа (n=12)	Контрольная группа (n=12)
Техническая точность, балл	7,42±0,51	7,38±0,49
Устойчивость, с	18,6±2,4	18,4±2,5
Координационный тест, балл	14,2±1,7	14,1±1,8
Соревновательная оценка, балл	12,84±0,62	12,79±0,65
Субъективное утомление, балл	6,8±1,1	6,7±1,0



Различия между группами на исходном этапе не имели статистически значимого характера ($p>0,05$), что позволяло использовать группы для последующего сравнительного анализа.

Динамика технической точности. После 12 недель в экспериментальной группе техническая точность увеличилась с $7,42\pm0,51$ до $8,61\pm0,43$ балла.

Абсолютный прирост составил: $8,61 - 7,42 = 1,19$ балла.

Относительный прирост: $16,0\%$.

В контрольной группе показатель увеличился с $7,38\pm0,49$ до $7,91\pm0,46$ балла, что соответствует приросту $7,2\%$.

Таблица 2. Динамика технической точности

Группа	До эксперимента	После эксперимента	Прирост
Экспериментальная	$7,42\pm0,51$	$8,61\pm0,43$	$16,0\%$
Контрольная	$7,38\pm0,49$	$7,91\pm0,46$	$7,2\%$

Статистический анализ показал, что улучшение в экспериментальной группе являлось статистически значимым ($p<0,01$).

Полученные результаты позволяют предположить, что систематическая видео биомеханическая обратная связь способствовала более точному выявлению технических ошибок и их последующей коррекции.

Динамика показателя устойчивости. Одним из наиболее выраженных изменений стало улучшение устойчивости.

В экспериментальной группе средний показатель увеличился с $18,6\pm2,4$ до $23,7\pm2,1$ с.

Прирост составил: $27,4\%$.



В контрольной группе показатель увеличился с $18,4 \pm 2,5$ до $20,1 \pm 2,3$ с, то есть на **9,2%**.

Таблица 3. Динамика устойчивости

Группа	До	После	Прирост
Экспериментальная	$18,6 \pm 2,4$	$23,7 \pm 2,1$	27,4%
Контрольная	$18,4 \pm 2,5$	$20,1 \pm 2,3$	9,2%

Различия в экспериментальной группе имели высокую статистическую значимость ($p < 0,01$).

Это позволяет связать полученный результат с регулярным анализом пространственного положения тела и коррекцией индивидуальных ошибок устойчивости.

Динамика координационных способностей. Средний результат координационного теста экспериментальной группы увеличился с $14,2 \pm 1,7$ до $17,8 \pm 1,5$ балла.

Абсолютное увеличение составило **3,6 балла**, относительный прирост — **25,4%**.

В контрольной группе показатель увеличился с $14,1 \pm 1,8$ до $15,2 \pm 1,7$ балла, прирост составил **7,8%**.

Таблица 4. Изменение координационного показателя

Группа	До эксперимента	После эксперимента	Прирост
Экспериментальная	$14,2 \pm 1,7$	$17,8 \pm 1,5$	25,4%
Контрольная	$14,1 \pm 1,8$	$15,2 \pm 1,7$	7,8%



В экспериментальной группе различия оценивались как статистически значимые ($p<0,01$).

Динамика соревновательной оценки. Особый интерес представляет изменение итоговой соревновательной оценки.

В экспериментальной группе она увеличилась с $12,84\pm0,62$ до $14,12\pm0,49$ балла.

Прирост составил **9,97%**, то есть практически **10,0%**.

В контрольной группе повышение составило только **3,3%**.

Таблица 5. Динамика соревновательной оценки

Группа	До	После	Прирост
Экспериментальная	$12,84\pm0,62$	$14,12\pm0,49$	10,0%
Контрольная	$12,79\pm0,65$	$13,21\pm0,58$	3,3%

В экспериментальной группе различия были статистически значимыми ($p<0,05$).

Полученный результат имеет принципиальное значение, поскольку показывает связь между совершенствованием контролируемых технических показателей и общей результативностью соревновательного упражнения.

Изменение субъективного уровня утомления. В экспериментальной группе показатель субъективного утомления снизился с $6,8\pm1,1$ до $5,1\pm0,9$ балла.

Таким образом, снижение составило **25,0%**.

В контрольной группе снижение составило только **10,4%**.

Таблица 6. Динамика субъективного утомления

Группа	До	После	Изменение
Экспериментальная	$6,8\pm1,1$	$5,1\pm0,9$	-25,0%



Контрольная	$6,7 \pm 1,0$	$6,0 \pm 1,0$	-10,4%
-------------	---------------	---------------	---------------

Различия экспериментальной группы имели статистическую значимость ($p < 0,05$).

Данный результат показывает важность контроля внутреннего состояния спортсменки наряду с анализом внешних технических характеристик.

Сравнительная оценка эффективности методики. Для обобщения полученных данных был рассчитан относительный прирост основных показателей.

Таблица 7. Сравнительная эффективность экспериментальной методики

Показатель	Экспериментальная группа	Контрольная группа	Разница
Техническая точность	+16,0%	+7,2%	+8,8 п.п.
Устойчивость	+27,4%	+9,2%	+18,2 п.п.
Координация	+25,4%	+7,8%	+17,6 п.п.
Соревновательная оценка	+10,0%	+3,3%	+6,7 п.п.
Утомление	-25,0%	-10,4%	-14,6 п.п.

Наиболее выраженные различия между группами наблюдались по показателям устойчивости и координации.

Корреляционный анализ. Дополнительно был проведён корреляционный анализ между объёмом использования мониторинговых процедур и изменениями основных показателей в экспериментальной группе.



По модели исследования наиболее тесная взаимосвязь наблюдалась между регулярностью биомеханического контроля и улучшением технической точности.

Таблица 8. Корреляционная взаимосвязь

Переменные	r	Уровень значимости
Частота биомеханического контроля — техническая точность	0,71	p<0,01
Биомеханический контроль — устойчивость	0,68	p<0,05
Мониторинг — координационный показатель	0,74	p<0,01
Контроль утомления — соревновательная оценка	0,59	p<0,05

Наиболее сильная связь была обнаружена между регулярностью мониторинга и динамикой координационных способностей ($r=0,74$).

Вместе с тем корреляция не означает автоматической причинности. Полученные показатели следует интерпретировать в комплексе с результатами педагогического эксперимента.

Обсуждение результатов. Полученные результаты свидетельствуют о положительной динамике основных показателей в обеих группах, однако выраженность изменений в экспериментальной группе была выше.

Наиболее существенный прирост наблюдался в:

- устойчивости — **27,4%**;
- координации — **25,4%**;
- технической точности — **16,0%**.

Это согласуется с современным представлением о необходимости многокомпонентного мониторинга спортивной подготовки. В исследовании Zour и Yang у 40 гимнасток за 12 недель были выявлены значимые изменения



физических показателей и выраженные связи между различными видами тренировочной нагрузки и адаптационными изменениями.

Полученные нами данные также показывают, что контроль только итогового соревновательного результата недостаточен.

Например, повышение соревновательной оценки на **10,0%** в экспериментальной группе сопровождалось одновременным улучшением технической точности на **16,0%**, устойчивости на **27,4%** и координации на **25,4%**.

Это позволяет рассматривать соревновательную результативность как итог взаимодействия нескольких компонентов спортивной подготовленности.

Особое значение имеет снижение субъективного утомления на **25,0%**. Это свидетельствует о целесообразности включения показателей внутреннего состояния спортсменки в систему тренировочного контроля.

Современные исследования псих функционального состояния гимнасток также подтверждают необходимость этапного контроля физического и психического состояния спортсменок. В крупной апробации соответствующей технологии были обследованы 280 спортсменок в возрасте от 3 до 20 лет.

Практическая значимость. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования предлагаемой методики тренерами по художественной гимнастике.

Предлагается проводить мониторинг по следующей схеме:

1. Исходная диагностика. Определяются технические, координационные и психофизиологические показатели.

2. Видео фиксация. Записывается выполнение основных соревновательных элементов.

3. Биомеханический анализ. Определяются конкретные технические отклонения.



4. Психофизиологический контроль. Оценивается субъективное утомление и состояние спортсменки.

5. Индивидуальная коррекция. Определяются индивидуальные тренировочные задания.

6. Повторный контроль. Оценивается эффективность внесённых изменений.

Такая система позволяет перейти от общего контроля к индивидуализированному управлению тренировочным процессом.

Предлагаемая модель индивидуального мониторинга. На основании результатов исследования предлагается следующая модель:

Диагностика → фиксация → анализ → выявление отклонения → определение возможного фактора → индивидуальная коррекция → повторное выполнение → повторный мониторинг.

При этом цифровая информация выполняет функцию обратной связи.

Тренер принимает окончательное решение с учётом:

- возраста;
- квалификации;
- тренировочного стажа;
- индивидуальных особенностей;
- текущего состояния;
- характера технической ошибки;
- динамики результатов.

Заключение. Проведённое экспериментальное исследование позволяет сделать вывод о целесообразности комплексного применения биомеханического и психофизиологического мониторинга в подготовке гимнасток.



В 12-недельном педагогическом эксперименте экспериментальная группа продемонстрировала более выраженную положительную динамику по сравнению с контрольной группой.

Техническая точность увеличилась на **16,0%**, устойчивость — на **27,4%**, координационный показатель — на **25,4%**, соревновательная оценка — на **10,0%**. Одновременно субъективный уровень утомления снизился на **25,0%**.

Наиболее выраженная динамика отмечена по показателям устойчивости и координации.

Корреляционный анализ выявил статистически значимые связи между регулярностью мониторинга и изменениями технических и координационных показателей: $r=0,68-0,74$.

Полученные данные позволяют рассматривать комплексный мониторинг как эффективный инструмент информационного сопровождения индивидуальной подготовки гимнасток.

Вместе с тем биомеханические и психофизиологические показатели не должны использоваться изолированно. Их необходимо интерпретировать в системе педагогического наблюдения и с учётом индивидуальных особенностей спортсменки.

Перспективным направлением дальнейших исследований является увеличение объёма выборки, расширение периода наблюдения, применение компьютерного анализа двигательных действий и изучение взаимосвязи биомеханических показателей с конкретными элементами соревновательной программы.

Список литературы

1. Толаметов А.А. Биомеханика физических движений: учебное пособие. – Ташкент: Umid Design, 2023. – 198 с.
2. Вафаев Б.Р., Чоллиев С.И., Юсупова З.Х. Спортивная биомеханика: учебник. – Ташкент, 2021. – 352 с.



3. Умаров М.Н., Фетхуллова Н.Х. Теория и методика художественной гимнастики: учебное пособие. – Чирчик, 2020.
4. Эштаев А.К., Хасанова Н.Р., Эштаева В.Б. Теория и методика художественной гимнастики. – Ташкент, 2020.
5. Умаров М.Н., Санакулова З.Б. Теория и методика художественной гимнастики. – Чирчик: Узбекский государственный университет физического воспитания и спорта, 2023. – 207 с.
6. Фетхуллова Н.Х., Ортикова М.Д. Теория и методика художественной гимнастики: упражнения с булавами. – Чирчик, 2024. – 185 с.
7. Нопин С.В., Корягина Ю.В., Кушнарёва Ю.В. и др. Разработка и внедрение аппаратно-программного комплекса «АПК психофункциональный контроль состояния при занятиях художественной гимнастикой». – Современные вопросы биомедицины, 2024. – Т. 8, №4.
8. Zhou Y., Yang L. Can mechanical load and physiological intensity during gymnastics training explain physical adaptations? An observational study. – Frontiers in Physiology, 2025. – Vol. 16. – Article 1645514.