

## ФОРМИРОВАНИЕ ТЕМПА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЕЛОСИПЕДНЫХ ЛОКОМОЦИЙ

*Проведенный эксперимент доказал, что программировать темп велосипедных локомоций целесообразно только под индикаторный лидер, а не под темполидер. В этой связи при тестировании на велоэргометре и изучении техники велосипедного локомоций следует применять только индикаторный лидер, т.к. при использовании темполидера проявляется "навязанная" асимметрия, которая является "ложной".*

**Ключевые слова:** темп, велоэргометр, индикаторный лидер, локомоции, темполидер, асимметрия, формировать.

**Постановка проблемы.** Одной из актуальных проблем человечества является симметрия и асимметрия, которая своими корнями уходит в глубокую древность и затрагивается в работах философов Древнего Китая и Греции [1], трактатах Авиценны, в альбомах Микеланжело Буонарроти и трудах Леонардо да Винчи [2, 3]. В настоящее время проблема симметрии и асимметрии также продолжает уделяться большое внимание в различных сферах деятельности человека: философии [3, 4] математике [2], биологии [5], медицине [6], искусстве [7], физической культуре [8], спорте [9-11] и т.д.

**Анализ последних исследований.** Учитывая важность рассматриваемой проблемы нами в были проведены поисковые исследования [12] по формированию темпа педалирования у спортсменов-велосипедистов в режимах 70, 90 и 120 об/мин. Полученные результаты заставили нас вернуться к данной проблеме вновь, т.к. велосипедные локомоции широко применяется при велоэргометрическом тестировании [13], где в классическом варианте темп программируется под метроном. При изучении велосипедных локомоций был использован модернизированный нами велоэргометр, это обусловлено тем, что изучая возможности использования велоэргометрических установок для оценки техники спортивного педалирования велосипедистов отечественные специалисты [14] сделали вывод, что его можно применять вместо велосипеда с трехроликовым велостанком. К аналогичным выводам пришли зарубежные ученые [15], изучавшие связь между потреблением кислорода и темпом педалирования на велосипеде и велоэргометре.

При изучении техники спортивного педалирования у спортсменов-велосипедистов II-го и III-го разрядов была выявлена "функциональная" асимметрия нижних конечностей [16]. Исследования проведенные позже известным биомехаником Л.В. Чхаидзе [17] выявили, что у большинства советских и зарубежных велогонщиков отсутствует синхронность в прикладывании усилий к педалям во время "проталкивания" (верхний сектор) и "проводки" (нижний сектор). На основании изучения техники педалирования велосипедистов при помощи циклосъемки и электромиографии отечественные ученые [18, 19] также пришли к выводу, что у гонщиков прослеживаются различия в усилиях прикладываемых к правой и левой педалям во время работы на велосипеде. Исследования [20] выявили также значительную неравномерность в развитии мышц правой и левой ноги у велосипедистов.

Изучая технику педалирования Н.А.Левенко и С.В.Ердаков [21] выявили, что "функциональная" асимметрия нижних конечностей оказывает влияние на структуру педалирования. Анализ полученных результатов выявил, что силы прикладываемые к педалям правой и левой ногой имеют большие различия как при нажиме, так и при их подтягивании, в одних и тех же зонах педалирования. При исследовании техники спортивного педалирования С.В.Ердаков [22] установил, что каждый спортсмен имеет индивидуальный характер распределения сил в цикле оборота шатуна, отличающийся по усилиям правой и левой педалей, что также свидетельствует об асимметрии.

Рассматривая работу мышц нижних конечностей во время педалирования в четырех нагрузочных режимах, зарубежные специалисты [23] получили результаты о том, что приложении сил к педалям асимметрично независимо от нагрузки. Так, правой ногой испытуемые педалировали в течение определенного промежутка времени, но во время восстановительного периода они "подтягивали" педали обеими ногами в секторе 180-360. Почти у всех обследованных велосипедистов техника педалирования была классифицирована, как неэффективная, что не соответствует их потенциальным способностям. Регистрация электромиограммы бинарных параметров педалирования выполняемых под механический метроном выявила также асимметрию, свидетельствующую о расстановке силовых и ритмовых акцентов [24, 25]. В гребном спорте у гребцов-байдарочников была выявлена "гребковая" асимметрия [26, 27], которая снижает скорость хода лодки. По мнению последнего [28], на скорость лодки оказывает влияние "функциональная" асимметрия – неравномерность в приложении сил к веслу правой и левой рукой.

Темп в велосипедных локомоциях одни авторы рекомендуют программировать различными звуковыми темполидерами [29], другие [30] – высказывают предположение, что длительное применение звуковых темполидеров может отрицательно сказаться на технике велосипедного педалирования из-за акцентированного приложения сил к педалям в момент получения звукового сигнала.

На основании изучения и анализа электроэнцефалограмм у спортсменов-велосипедистов было установлено, что двигательный навык педалирования формируется ко второму разряду [31].

**Цель исследования.** Изучить формирование темпа в циклических локомоциях у спортсменов-велосипедистов, при программировании его различными техническими средствами.

**Задачи исследования:**

1. Изучить влияние темполидера на формирование велосипедных локомоции у спортсменов.  
2. Изучить влияние индикаторного лидера на формирование велосипедные локомоции у спортсменов.

3 Изучить влияние некоторых программирующих технических средств на биомеханические параметры велосипедных локомоций.

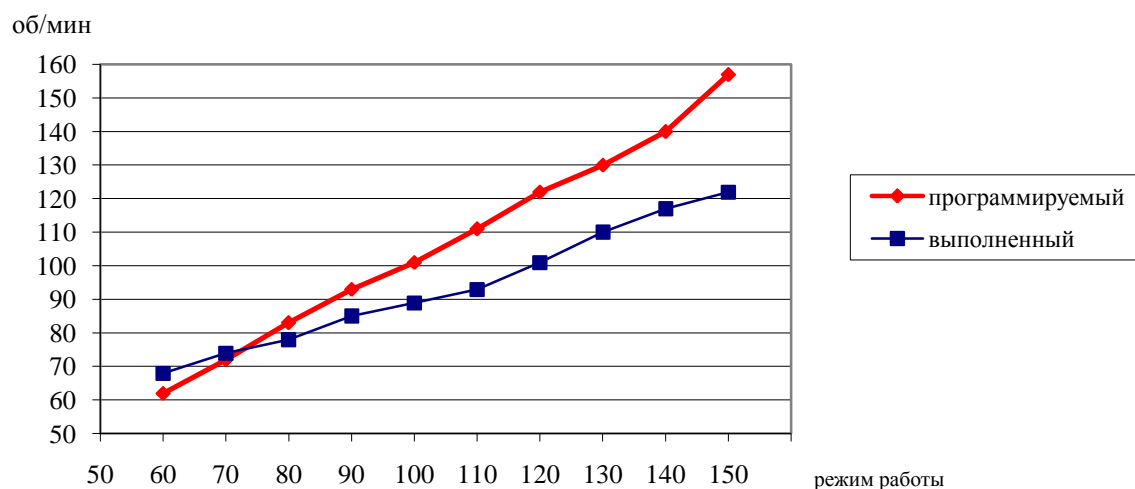
**Основной материал**

Для выяснения целесообразности применения различных лидеров для формирования темпа велосипедных локомоций (педалирования) нами были проведены исследования, в которых изучался темп педалирования у спортсменов-велосипедистов при работе на велоэргометре под темполидер (метроном) и индикаторный (спидометр) лидеры, и регистрировались биомеханические характеристики техники при выполнении заданных режимов работы.

Исследования проводились на модернизированном нами велоэргометре "Monark", нагрузка на котором подбиралась индивидуально для каждого спортсмена по методике, разработанной нами, и составляла от 100 до 200 ньютонов [32]. В процессе педалирования спортсменов на шлейфный осциллографе Н-041 регистрировалась информация: положение правого шатуна на окружности, суммарные тангенциальные силы, прикладываемые к педалям, импульсы поступающие от электронного темполидера (электронного метронома) по наушникам испытуемому и отметка времени. В качестве звукового лидера применялся отечественный ритмолидер марки КЭЗМИ, с перестроенным нами диапазоном частоты импульсов от 60 до 150 в минуту, через каждые 10 импульсов. Индикаторным лидером служил механический спидометр, проградуированный в оборотах в минуту от 60 до 150, через каждые 10 об/мин.

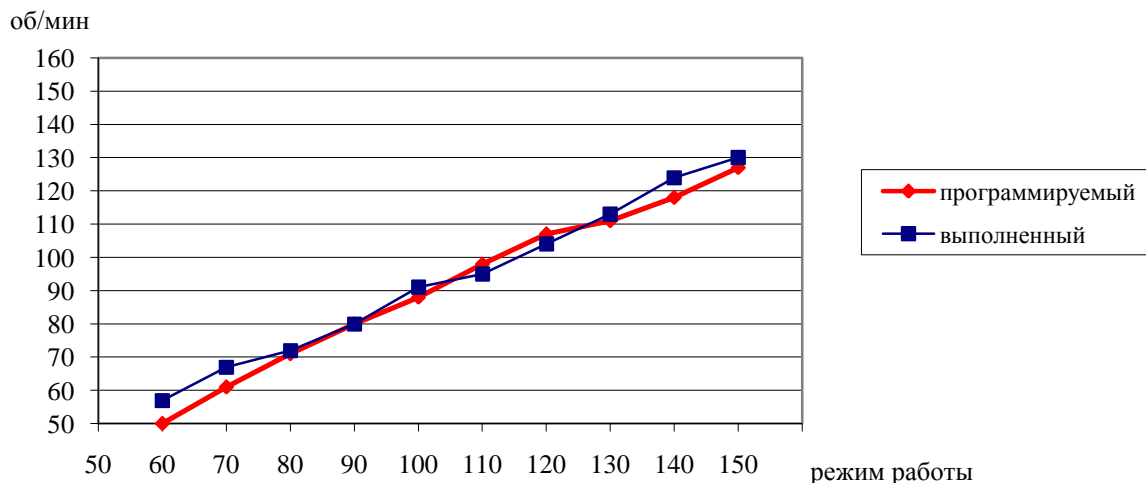
Одна группа испытуемых, в составе 10 спортсменов-велосипедистов, выполняла задание под звуковой сигнал, поступающий от темполидера, только под правую ногу. Другая – в составе 9 спортсменов-велосипедистов – выполняла темп, задаваемый под индикаторный лидер, установленный на велоэргометре. Спортсменам обеих групп давалось задание работать в режимах от 60 до 150 об/мин, с интервалом 10. В обеих группах велосипедисты имели второй спортивный разряд.

В результате исследований было установлено, что при работе под темполидер выполненный темп отличается от запрограммированного. Так, например, различия составили в режиме 60 об/мин – 6,1 об/мин; 70 – 1,4; 80 – -5,0; 90 – -8,0; 100 – -12,4; 110 – -18,0; 120 – -21,0; 130 – -20,2; 140 – -22,8 и 150 – -35,3 об/мин (рис. 1). В режимах 60 и 70 об/мин выполненный темп педалирования превышает на 6,1 (P<0,05) и 1,4 об/мин (P>0,05) запрограммированный, а в остальных режимах – наоборот происходило запаздывает (P<0,05). По мере увеличения темпа педалирования возрастало и рассогласование, достигающее максимального значения в режиме 150 об/мин до – 35,3 об/мин.



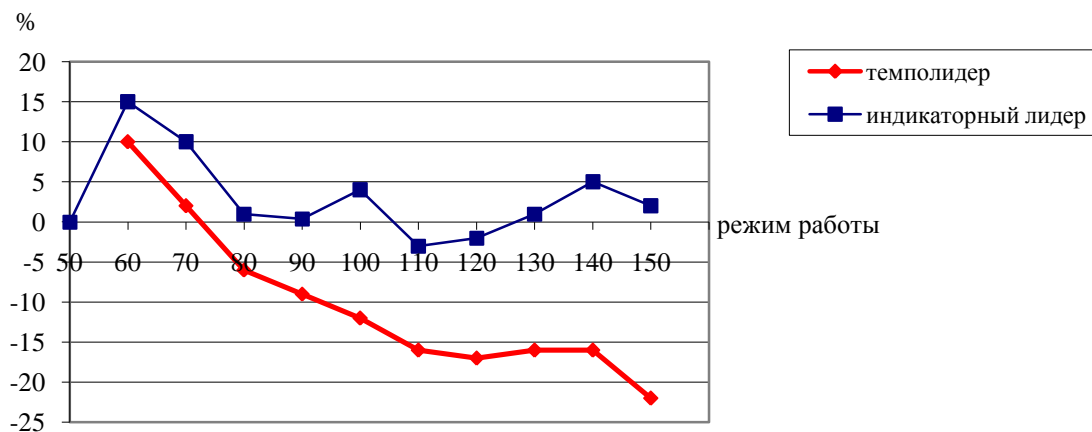
**Рис. 1. Темп педалирования запрограммированный и выполненный в режимах работы от 60 до 150 об/мин под темполидер:**  
по оси ординат – темп педалирования, в об/мин;  
по оси абсцисс – режим педалирования, в имп/мин.

При выполнении педалирования под индикаторный лидер было выявлено следующее рассогласование между выполненным и запрограммированным темпом: в режимах 60 – 7,3 об/мин; 70 – 6,3; 80 – 0,9; 90 – 0,3; 100 – 2,9; 110 – -2,5; 120 – -2,7; 130 – 1,7; 140 – 6,5 и 150 – 3,2 об/мин (рис. 2). Анализ приведенного цифрового материала указывает на то, что в режимах от 60 до 70 (P<0,05), от 80 до 100 (P>0,05), 130 и 150 (P>0,05), 140 об/мин (P<0,05) незначительное опережение темпа, а 110 и 120 – не большое отставание.



**Рис. 2. Темп педалирования программный и выполненный в режимах работы от 60 до 150 об/мин под индикаторный лидер. Обозначения те же, что на рис. 1**

Нами были также рассмотрены величины рассогласования темпа педалирования под темполидер и индикаторный, выраженные в процентном отношении (рис. 3). Так, например, при педалировании под темполидер рассогласование составило в режимах: 60 имп/мин – 9,9 %; 70 – 2,0; 80 – 6,0; 90 – -8,6; 100 – -12,2; 110 – -16,3; 120 – -17,3; 130 – -15,6; 140 – -16,3 и 150 – -22,5%. Во время педалирования под индикаторный лидер (спидометр) рассогласование темпа составило в режимах: 60 об/мин – 14,6 %; 70 – 10,3; 80 – 1,3; 90 – 0,4; 100 – 3,3; 110 – -2,6; 120 – -2,9; 130 – 1,5; 140 – 5,5 и 150 – 2,5. Из приведенных результатов, выраженных в процентах, прослеживается аналогичная закономерность, что и при анализе абсолютных значений.

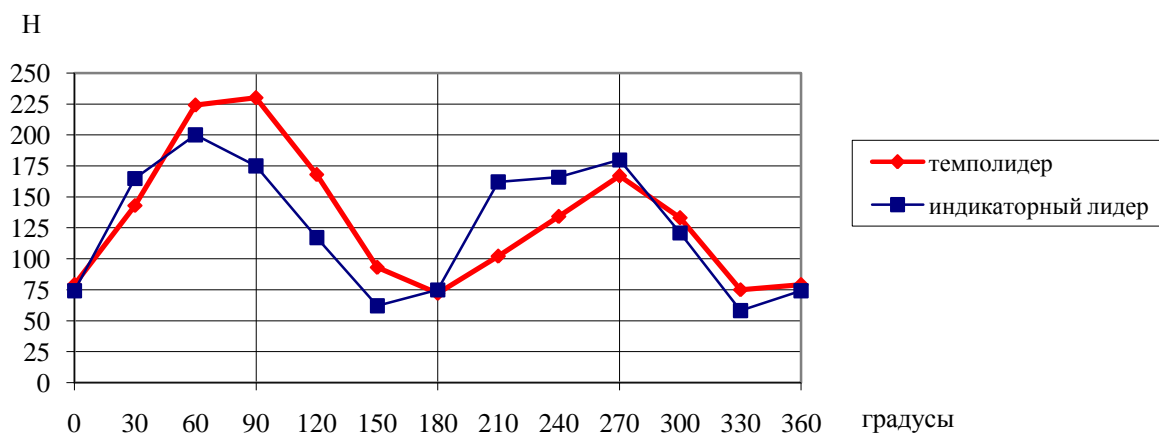


**Рис. 3. Рассогласование темпа педалирования выполненного под темполидер и индикаторный лидер по отношению к программному, в процентах:**  
 по оси ординат – значения рассогласования темпа, в процентах;  
 по оси абсцисс – режим работы, в об/мин.

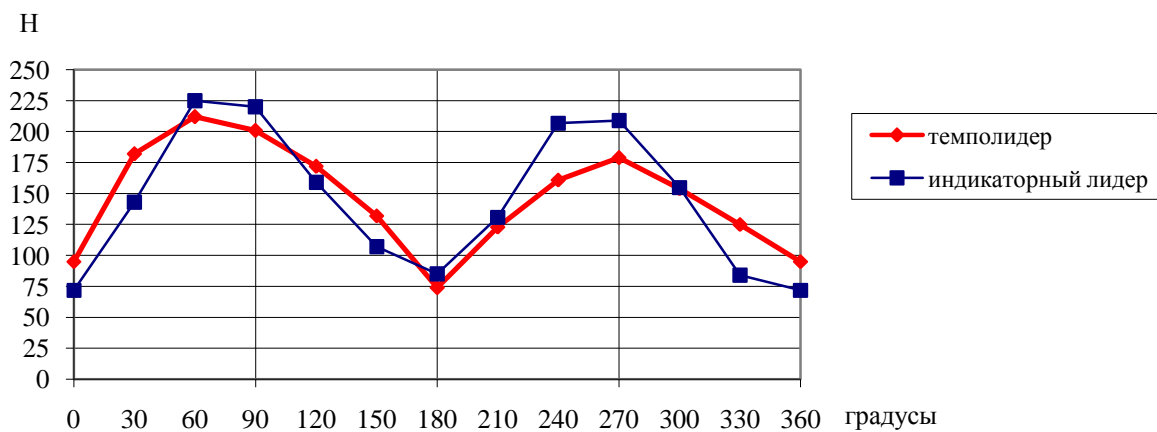
Следующим этапам работы явилось изучение биомеханических характеристик педалирования, т.е. динамографических тангенциальных (полезных) усилий, прикладываемых суммарно к педалям велоэргометра (рис. 4-6).

На основании анализа значений сил, полученных при выполнении педалирования под темполидер в режимах 60, 90 и 120 имп/мин, наиболее часто применяемые при велоэргометрии, было выявлено, что наибольшие силы проявляются в первой полуокружности – 0-180°, где происходит давление правой и подтягивание левой ногой (рис. 4-6). Это обусловлено тем, что испытуемым давалось задание поддерживать темп под темполидер только, под правую ногу. В связи с этим на протяжении всех режимов педалирования правая нога акцентировано давила на педаль в секторе 60-120° и вследствие этого наблюдались различия

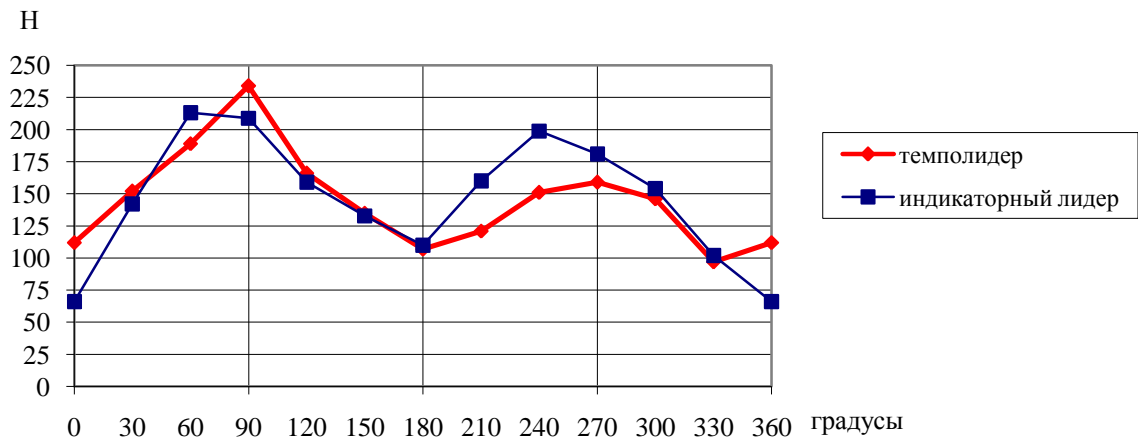
усилий между полуокружностями. При рассмотрении усилий при педалировании под индикаторный лидер в режиме 60, 90 и 120 об/мин, визуально существенных различий не было выявлено (рис. 4-6).



**Рис. 4. Динамические характеристики тангенциальных сил, прикладываемых суммарно к педалям велоэргометра при работе в режиме 60 об/мин под темполидер и индикаторный лидер:**  
по оси ординат – величина сил, в ньютонах;  
по оси абсцисс – длина окружности, в градусах



**Рис. 5. Динамические характеристики тангенциальных сил, прикладываемых суммарно к педалям велоэргометра при работе в режиме 90 об/мин под темполидер и индикаторный лидер .**  
Обозначения те же, что на рис. 4.



**Рис. 6. Динамические характеристики тангенциальных сил, прикладываемых суммарно к педалям велоэргометра при работе в режиме 120 об/мин под темполидер и индикаторный лидер .**  
 Обозначения те же, что на рис. 4

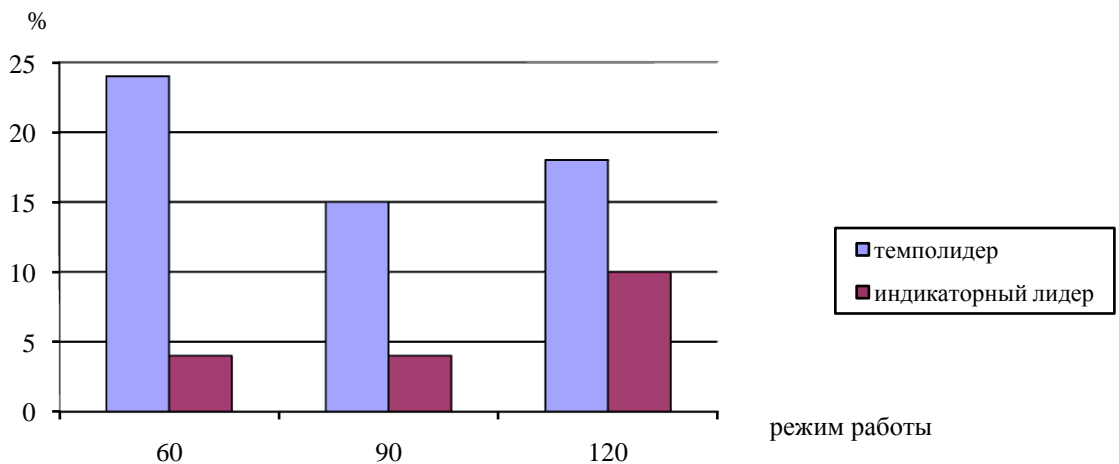
На основании только визуального анализа можно заключить, что биомеханическая структура движения испытуемых при педалировании под темполидер значительно отличается от естественной, в режимах 60, 90 и 120 тестирования, а под индикаторный лидер – не выявлено существенных различий.

Дальнейший математический анализ суммарных тангенциальных сил, прикладываемых суммарно к педалям, был направлен на изучение количественных показателей асимметрии между первой – 0-180° и второй – 180-360° полуокружностями, которые рассчитывались по формуле [33]:

$$K_{ac} = (F_1 - F_2) / F_1 * 100 \%,$$

где  $K_{ac}$  – коэффициент асимметрии, в %;  $F_1$  и  $F_2$  – значения тангенциальных сил, прикладываемых к педалям в секторах 0-180° и 180-360°, в ньютонах.

На основании математических расчетов было установлено, что при работе под темполидер цифровые значения асимметрии составили: в режиме 60 имп/мин – 24,4 %; 90 – 14,9 и 120 – 18,4 (рис. 7 а). Анализ при работе под индикаторный лидер выявил следующие значения показателей асимметрии: в режиме 60 об/мин – 3,7 %; 90 – 4,1 и 120 – 10,1 (рис. 7 в). Различия в режимах работы, выполненной под метроном и индикаторный лидер в рассмотренных режимах составили соответственно 20,7; 10,8; и 8,3 %. Результаты математического анализа выявили, что работа под темполидер способствует созданию "навязанной" асимметрии, а под индикаторный лидер – "функциональной" асимметрии.



**Рис. 7. Значения асимметрии приложения тангенциальных сил суммарно к педалям велоэргометра, между первой (0-180°) и второй (180-360°) полуокружностями при работе в режимах 60, 90 и 120**  
 Обозначения те же, что на рис. 3

На основании математического анализа цифрового материала, полученного в результате исследований, было установлено, что при работе под темполидер наблюдаются существенные различия в

запрограммированном и выполненном темпе. Так, выявлено, что фактическое выполнение темпа отличается от программированного значительным опережением или запаздыванием. Установлено, что с увеличением частоты подачи сигналов от темполидера он теряет свое сигнальное значение для испытуемого как лидер и увеличивается рассогласование в темпе. В результате такой работы проявляется "навязанная" или "ложная" асимметрия, которая вносит существенные изменения в биомеханическую структуру велосипедных локомоций увеличивая непроизводительные затраты энергии. Исследования, проведенные с использованием индикаторного лидера не выявили существенных различий по программированному темпу и биомеханической структуре педалирования.

**Выводы.** 1. Установлено, что при педалировании на велоэргометре под темполидер (электронный метроном) увеличивается рассогласование программированного темпа к выполненному, в режимах работы: от 60 до 150.

2. Выявлено, что при педалировании на велоэргометре под индикаторный лидер (спидометр) прослеживается снижение рассогласования программированного темпа к выполненному, в режимах работы: от 60 до 150.

3. Анализ тангенциальных сил, прикладываемых суммарно к педалям велоэргометра, между первой и второй полуокружностями выявил асимметрию при работе под темполидер в режиме 60 имп/мин составляла 24,0: 90 – 15,0 и 120 – 17,0 %, а под индикаторный лидер в этих же режимах – 4,0; 4,0 и 10,0 соответственно.

4. Полученные результаты позволяют сделать обоснованный вывод, что выполнение циклических велосипедных локомоций под темполидер создают "навязанной" или "ложной" асимметрии, а под индикаторный лидер – "функциональную". В этой связи целесообразно программировать темп педалирования спортсменам-велосипедистам и тестировать испытуемых на велоэргометрах только под индикаторный лидер.

Выявленную закономерность целесообразно так же учитывать во всех циклических спортивных локомоциях, таких как: бег, плавание, гребля, лыжные гонки и др.

**Перспективы дальнейшей разработки проблемы в циклических локомоциях.** Целесообразно комплексное изучение у спортсменов: силы мышц ног, кинематические (угловые) характеристики и комплексно динамические силовые и угловые параметры.

#### Использованные источники

1. Соболев В., Брюханов Б., Макаренко Е. Явление симметрии и асимметрии в локомоциях слаломистов – взаимосвязь и противоречия // Наука в олимпийском спорте. – 1998. – № 2. – С. 38–44.
2. Вернадский В.Н. Принципы симметрии в науке и философии // Вопросы философии. – 1966. – № 2. – С.102.
3. Готт В.С. Принципы симметрии и их роль в познании // Удивительный, неисчерпаемый познаваемый мир. – М.: Знание, 1974. – 156 с.
4. Готт В.С., Деменчук Н.П. Симметрия и асимметрия, как одна из форм проявления закона "Единства и борьбы противоположностей" в природе. – Киев: АН УССР, 1960. – С.81–83.
5. Огнев Б.В. К вопросу о влиянии внешней среды на состояние и функции организма человека и животных // Вести АН СССР, 1955. – С.31–40.
6. Лебедев В.М. Функциональная асимметрия как адаптивно–регуляторный резерв ориентированного поведения // Адаптация, функциональные резервы и работоспособность спортсменов. – СПб, 1994.–С.49.
7. Бернштейн Н.А. О построении движений. – М.: Медгиз, 1947. – 172 с.
8. Чермит К.Д. Преломление общеприродного принципа "симметрия–асимметрия" в физическом воспитании: Автореф. дис... д–ра пед. наук. – М., 1993. – 24 с.
9. Болобан В.Н., Мистулова Т.Е. Дидактическая система обучения спортивным упражнениям со сложной координационной структурой // Наука в олимпийском спорте. – 1995. – № 1(2). – С.21–29.
10. Сандов А.А. Двигательная асимметрия в спорте: Метод. разработ. – М.: ГЦОЛИФК, 1981. – 43 с.
11. Чермит К.Д. Симметрия – асимметрия в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1992. – 255 с.
12. Тимошенко В.В. К вопросу о формировании темпа педалирования у велосипедистов // Тезисы УШ научной конференции республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки. – Таллин, 1980. – Ч.П. – С.144–145.
13. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
14. Ердяков С.В., Левенко Н.А. О возможности использования велоэргометрической установки для оценки техники движений велосипедиста // Тез.докл. X науч. конф. молодых ученых ГЦОЛИФК (19–20 февраля 1973 г.). – М.,1973. – С. 53–54.
15. Rokstroh W., Dietrich L. Ein Dynamograph fur isometrische Kraftmessungen verschiedener Muskelgruppen // Medizin und Sport, 1969.– N2. – S.49–53.
16. Кучин Л.Г. Некоторые вопросы становления и совершенствования двигательного навыка у спортсменов при выполнении локомоторных актов // В кн.: Проблемы физиологии спорта. – М., 1960. – Вып. 2. – С.297–303.
17. Чхаидзе Л.В. Очерки по технике педалирования // Велосипедный спорт / Сост. Е.М. Архипов. – М.: Физкультура и спорт, 1962. – Вып.3. – С.18–32.

18. Захарьянц Ю.З., Иванова Л.В. Электрическая активность мышц при некоторых спортивных позах // Матер. IX Всес. науч. конф. по физиол., морф., биомехан. мышечной деят. и хим. – М., 1966. – Т.1.– С.117–118.
19. Котельникова Е.Г., Захарьянц Ю.З. Исследование педалирования на велосипеде // В кн.: Велосипедный спорт / Составитель Е.М. Архипов. – М.: Физкультура и спорт, 1962. – Вып. 3. – С. 32–46.
20. Басов Н.В. О неравномерности развития мышц ног у велосипедистов–спринтеров // Матер. итог. науч. сессии ин-та за 1967. ВНИИФК. – М., 1969. – С. 92–93.
21. Левенко Н.А., Ермаков С.В. Проявление функциональной асимметрии в велосипедном спорте // Актуальные проблемы физического воспитания и спорта. – М., 1974. – Вып. 2. – С. 31–33.
22. Ермаков С.В. Эффективное совершенствование техники педалирования у велосипедистов в состоянии мышечного утомления: Дис...канд.пед.наук. – М., 1972. – 134 с.  
Gregor R.I., Gavanagh P.R. Biomechanical analysis of lower limb action during cycling at four different loads // *Medicine and Science in Sports*, 1976. – Vol.8. – No.1. –P.57.
23. Бондаренко Н.Н., Лебедев В.М. Экспериментальная установка для регистрации бинарных параметров педалирования // "Электроника и спорт – УГ" Краткие тез.шестой Всес. науч.-техн. конф. (15–18 сент. 1981). – М., 1981. – С.31.
24. Лебедев В.М. Динамическая латерация функций в процессе результативной деятельности человека и животных: Автореф. дис... д-ра биол. наук. – Минск, 1992. Н-т физиологии АН Республики Беларусь. – 42 с.
25. Сарычев С.П. О применении радиотелеметрии при исследованиях в гребном спорте // На веслах. – М., 1963. – С.193–211.
26. Рафф Г.Е. Исправление асимметрии у гребцов // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – С.12–15.
27. Рафф Г.Е. Биомеханические характеристики гребли на байдарках: Автореф. дис... канд. Биол. Наук. – Казань: КГУ, 1974. – 19 с.
28. Вардишвили И.А., Зандукели Д.Н. Управление на расстоянии параметрами движений в условиях тренировки велосипедистов // Матер. науч. конф. "Кибернетика и спорт" (ноябрь 1965 г.). – М., 1965. – С.76–77.
29. Кузнецов А.А. Тренажеры в велосипедном спорте // Велосипедный спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – С.28–34.
30. Фалалеев А.Г. Электроэнцефалографическая характеристика становления и совершенствования двигательного навыка у спортсменов–велосипедистов: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Минск, БГУ, 1964. – 23 с.
31. Тимошенко В.В., Спивак А.Н. О подборе нагрузки на велоэргометре для тестирования специальной работоспособности студентов–велосипедистов // Тезисы докладов IX республиканской научно-методической конференции "Проблемы физического воспитания и спортивной подготовки студенческой молодежи". – Гомель, 1983. – С. 183–184.
32. Манукян М.С., Ишханов Л.Л. Колебание жердей как показатель усилий при упражнениях на параллельных брусьях // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № 3. – С.65–67.

*Timoshenkov V.V.*

#### TEMPO FORMING IN BYCICLE LOCOMOTION MAKIRG

*The undertaken experiments proved that it is advisable to program the rate of pedaling in accordance with the rating leader. In this regard it is necessary to use the indication leader in cycle ergometer tests and while studying pedaling technique because application of the rating leader leads to "inflicted" asymmetry which is "false".*

**Key word:** tempo, cycloergometr, indicator leader, locomotion, tempo leader, asymmetry, forming.

*Стаття надійшла до редакції 12.09.2013 р.*

