

# ВЛИЯНИЕ

## фазового состава биомеханических событий в спортивных упражнениях на структурный компонент двигательных действий

Доктор педагогических наук, профессор **В.И. Загrevский**  
Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова, Могилев,  
Республика Беларусь

Аспирант **В.О. Загrevский**

Доктор педагогических наук, профессор **В.Г. Шилько**  
Томский государственный университет, Томск

### Abstract

*THE EFFECT OF PHASE CONTENT OF BIOMECHANICAL PHENOMENA IN SPORTS EXERCISES ON STRUCTURAL COMPONENT OF MOTOR ACTIONS*

*V.I. Zagrevsky, professor, Dr.Hab. Mogilev state university named after A.A. Kuleshov, Mogilev, the Republic of Belarus*

*V.O. Zagrevsky, postgraduate student*

*V.G. Shil'ko, professor, Dr.Hab. Tomsk state university, Tomsk*

**Key words:** *system, structure, correlation, phase, motor action, exercise, control motions, program management.*

*The purpose of the present research was to study the phase structure of sports exercises to allocate typical ways of execution of ultracomplex gymnastics exercises in the technical style of contradirectional rotation (related to base period) in a safe period.*

*Biomechanical analysis of elementary content of the studied exercise had revealed most typical biomechanical parameters of motion phases and subject a rational teaching technique on this basis focused on adaptive education in view of interference of control motions.*

*The intensification of the role of biomechanical researches and its results in substantiation of the technique of sports exercises will render a positive effect on increase of effectiveness of the educational and training process of gymnasts.*

*Further advance of the theoretical thought and practical proposals concerning increase of effectiveness of gymnasts' trainings can be seen in realization of the ideas of construction of the best technique of sports exercises.*



**Ключевые слова:** *система, структура, связь, фаза, двигательное действие, упражнение, управляющие движения, программное управление.*

**Введение.** Наиболее объективно и квалифицированно выполненное исследование техники спортивных упражнений строится с позиций системно-структурного подхода [1]. При системном анализе содержания объекта необходимо рассматривать его содержание и функционирование с позиций атрибутивных свойств исследуемого процесса: объекта (из чего состоит?); структуры (как организован?); принципов (как функционирует?); свойств (новые качественные особенности); взаимодействия со средой; системообразующего фактора, на основе которого строится эта система [7].

**Гипотеза.** Предполагалось, что исследование фазовой структуры спортивных упражнений позволит выявить типичные способы выполнения сверхсложных гимнастических упражнений, выполняемых в техническом стиле противонаправленного вращения (относительно опорного периода) в безопасном периоде

**Методика исследования.** Биомеханический анализ техники спортивных упражнений.

**Результаты исследования.** Анализ научнометодической литературы [1, 6] и авторский вклад [2–5] в научные исследования биомеханики двигательных действий человека позволили разработать системно-структурную модель гимнастического упражнения «Перелет Ткачева» на перекладине. Элементный состав этого упражнения, выполняемого заслуженным мастером спорта России, членом олимпийской сборной команды России по спортивной гимнастике А. Голоцуцковым, проанализирован в соответствии с концепцией Ю.К. Гаввердовского [1] о фазовом строении спортивных упражнений. Фазовое структурирование исследуемого упражнения схематично можно представить в виде следующих

иерархических «матрешек»: периоды, фазы естественного движения, стадии, фазы действий (рис. 1).

Кинематический анализ состава видеограммы упражнения, анализируемой по пространственным, временным и пространственно-временным характеристикам движения, позволил выделить несколько типичных для любого из исполнителей наиболее крупных элементов двигательных действий биомеханической системы. Основные блоки в схеме (см. рис. 1) представлены последовательными периодами, которые в нашем исследовании получили названия: опорный период, безопорный период, опорный период. Опорный период – кисти рук гимнаста обеспечивают его надежный хват за гриф перекладины при выполнении фазы спада, фазы подъема и фазы «дохвата». В безопорном периоде отсутствует физическая связь биомеханической системы с опорой (грифом перекладины) – полетная часть упражнения.

Фазы естественного движения представлены фазой спада и фазой подъема и соответствуют действиям спортсмена в условиях опоры: при движении гимнаста под разгоняющим действием момента силы тяжести из исходного рабочего положения над опорой до вертикального положения под опорой – фазы спада. Фаза подъема осуществляется в условиях действия силы тяжести, тормозящей перемещение общего центра масс (ОЦМ) тела спортсмена вверх.

Стадии действий в первом опорном периоде упражнения включают три стадии: подготовительную, основную и стадию реализации. Однако это еще не самое мелкое деление. Каждая из стадий, в свою очередь, подразделяется на более мелкие элементы – «подсистемы» – фазы действий (табл. 1).

Биомеханический анализ фазовой структуры упражнения показал, что его деление на фазовые характеристики движения оправдано. За «квант действия» биомеханически целесообразно принимать фазу действия – сгибательное или разгибательное действие гимнаста в плечевых или тазобедренных суставах. Вполне естественно, что в этом случае необходимо оценивать уровень сгибания или разгибания в суставах. Мы предлагаем максимальное сгибание или максимальное разгибание в суставе именовать экстремумом управляющей функции или равноценным ему понятием – экстремумом программного управления. В этом случае отдельные фазы упражнения будут отделяться друг от друга граничной позой спортсмена (см. рис. 1), которой будет соответствовать любой из экстремумов программного управления (максимальное сгибание или максимальное

разгибание в суставе). Численные значения указанных параметров биомеханических характеристик представлены в табл. 1.

В стадиях в соответствии с концепцией Ю.К. Гаверовского (2007) мы выделили фазы действий. На наш взгляд, они связаны с управляющими движениями гимнаста в суставах: сгибательное – уменьшение угла в суставе или разгибательное – увеличение суставного угла. Объединение выделенных фаз действий в более крупные структуры интегрирует их по функциональному предназначению в виде стадий. В первом опорном периоде в анализируемом упражнении, можно выделить следующие виды стадий:

1. Подготовительная стадия упражнения включает две фазы действий: «Кипу» и «Расхлест».

2. Основная стадия упражнения состоит из одной фазы действий – «Броска».

3. Стадия реализации – увеличение суставных углов в плечевых и тазобедренных суставах в момент перехода из опорного положения в безопорное состояние – «Контртемп».

Цементирующей основой фазового состава любого спортивного упражнения является классическая схема его деления на три фазы: подготовительную, основную и завершающую [6]. В нашем исследовании эти блоки имеют название [1]: подготовительная стадия, основная стадия, завершающая стадия.

Анализируемая часть упражнения относится к подготовительной стадии действий, реализуемой в стиле технических действий – «Наката». Еще более «хитрые штучки» нам предлагает гимнастика сегодняшнего дня. По схеме кинематического управления движением, рассмотренной выше, можно было выполнять «Перелет Ткачева» ноги врозь или в лучшем случае – согнувшись. Задачи сегодняшнего дня (как минимум) – выполнение этого упражнения прямым телом, и более того – с поворотом на 360°. Эта актуальная задача, ориентированная на повышение спортивного мастерства гимнастов, явилась иницирующим обстоятельством изменения техники перелетовых упражнений на перекладине. Выполнение более сложного упражнения, по модифицированной программе кинематических действий в суставах, показано на рис. 2.

Упражнение выполняет тот же гимнаст – А. Голоцуцков. Спортсмен в рассматриваемом нами варианте технических событий выполнения упражнения изменил состав и структуру подготовительной стадии действий, реализуя ее по так называемой разгонной технике (см. рис. 2).

То, что ранее не присутствовало в технике упражнения, не просто подверглось количественной перестройке, а пополнилось новым содержанием – исключением из структуры упражнения фазы действий «Кипа». И это не новомодное увлечение, а биомеханическая целесообразность увеличения линейной скорости ОЦМ тела спортсмена и качественная перестройка подготовительной стадии упражнения (см. табл. 1).

Увеличение результирующей линейного ОЦМ тела гимнаста (табл. 2, колонка 5) во всех основных пространственных положениях упражнения по программе ориентации вызвано необходимостью достижения высокой траектории полета тела гимнаста над грифом перекладины. Так как целевая установка технических действий



**Рис 1.** Фазовое структурирование гимнастического упражнения «Перелет Ткачева» на перекладине, выполняемого на базе большого оборота назад накатом

**Таблица 1.** Кинематические показатели фазового состава упражнения «Перелет Ткачева» на перекладине, выполняемого по технике «наката» с реализацией кинематической программы управляющих движений в плечевых ( $\beta_1$ ) и тазобедренных ( $\beta_2$ ) суставах

Фаза суставного действия	Сустав	Длительность, с	Суставной угол (град.) «программа позы»	Амплитуда суставного действия, град.	ОЦМ (град.) «программа ориентации»
Исходное положение	$\beta_1$	—	170-180	—	95-105
	$\beta_2$	—	165-185	25-50	
«Кипа» (сгибание)	$\beta_1$	0,48	155-165	5-25	112-120
	$\beta_2$	0,48	135-140	115-130	108-115
«Расхлест» (разгибание)	$\beta_1$	0,48	180-200	15-45	200-210
	$\beta_2$	0,48	255-265	135-155	200-210
«Бросок» (сгибание)	$\beta_1$	0,32	120-130	50-80	310-320
	$\beta_2$	0,28	110-120	95-115	325-335
«Контртемп» (разгибание)	$\beta_1$	0,16	180-195	50-75	405-415
	$\beta_2$	0,20	215-225	—	

спортсмена на опоре ориентирована на создание достаточной высоты в полетной части упражнения, то для более сложного упражнения (третьего) формируется и более мощная кинематика движения.

Объективно созданная более выразительная кинематика движения в упражнении «Перелет Ткачева» прямым телом будет способствовать дополнительному приобретению гимнастом вращательного движения, направленного для вращения «по сальто назад», в то время как техника упражнения требует вращения звеньев тела спортсмена в безопорном периоде «по сальто вперед» (рис. 3).

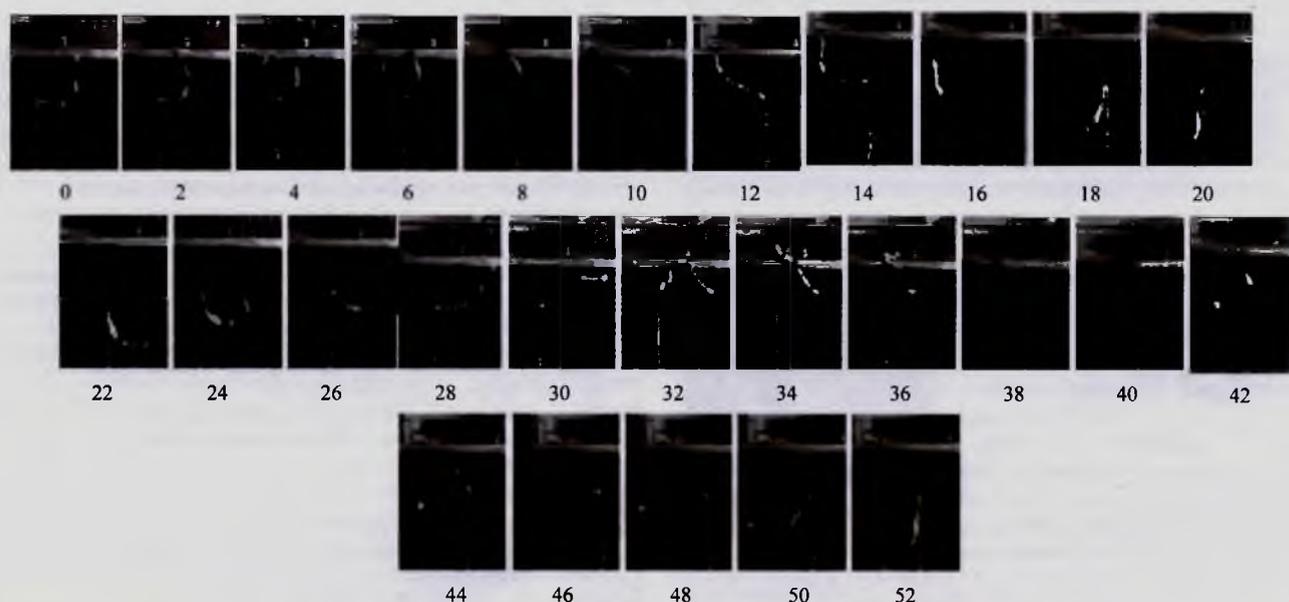
Возникающее здесь противоречие одновременной необходимости приобретения как значительной линейной скорости ОЦМ тела гимнаста, так и создания на этом фоне крутящего момента по «сальто вперед» в дальнейшем разрешается акцентированными разгибательными действиями гимнаста в плечевых и в тазобедренных суставах в фазе реализации (см. рис. 3).

Педагогическая оценка данного способа выполнения упражнения заключается в том, что разграничительной линией отдельных фаз упражнения являются локальные экстремумы сгибательно-разгибательных действий спортсмена в суставах. А они не всегда совпадают

по временным характеристикам. И если это так, то мы приходим к выводу о том, что в рассматриваемом упражнении происходит наложение управляющих движений в суставах, или их интерференция (см. рис. 3).

Временной диапазон наложения разнонаправленных и разнесенных по времени их реализации суставных действий гимнаста назван нами «зоной интерференции управляющих движений». В отличие от совместно направленных сгибательных или разгибательных действий в этой зоне осуществляются суставные движения именно различной направленности: если в одном из суставов происходит уменьшение суставного угла, то в другом обязательно его увеличение. И наоборот. Этот процесс происходит именно на фоне суставного движения (изменения суставного угла), а не на фоне суставного действия (изменение угла в суставе может и отсутствовать, а может происходить лишь мышечное напряжение). В противном случае интерференция управляющих движений как явление отсутствует.

Особое внимание этому биомеханическому аспекту упражнения необходимо уделить также и в связи с тем обстоятельством, что временная продолжительность суставного действия, у одного и того же исполнителя может быть различной по ряду причин:



**Рис. 2.** Видеограмма упражнения «Перелет Ткачева» прямым телом, выполняемого в разгонной технике

Таблица 2. Линейная скорость ОЦМ тела гимнаста в упражнении «Перелет Ткачева»

№ п/п	Программа ориентации ОЦМ, град	Линейная скорость ОЦМ в упражнении «Перелет Ткачева» (м/с) – результирующая		
		Ноги врозь	Согнувшись	Прямым телом
1	2	3	4	5
1	Исходное положение (90°)	0,7	0,8	4,0
2	Вертикальное положение под опорой (270°)	5,2	5,3	6,1
3	Переход в безопорный период	3,2	3,0	3,6

- более раннее начало фазы суставного действия;
- более позднее начало фазы суставного действия;
- более раннее завершение фазы суставного действия;
- более позднее завершение фазы суставного действия.

От продолжительности суставного действия и времени его начала зависят возникновение интерференции управляющих движений и их продолжительность. В связи с явлением интерференции управляющих движений возникают вопросы ее рационального использования в технической подготовке гимнастов. И в первую очередь такие это вопросы:

1. Интерференция управляющих движений – положительное или отрицательное явление?
2. Если это положительное явление, то каким образом усилить двигательный эффект от его использования?
3. Если это отрицательное явление, то каким образом уменьшить или даже нейтрализовать неблагоприятный двигательный эффект?
4. Явление интерференции управляющих движений присуще всем гимнастическим упражнениям или оно проявляется только в упражнении «Перелет Ткачева»?

По-видимому, некоторую часть ответов на поставленные вопросы можно получить на основе анализа экспериментальных данных, но на большую часть вопросов ответ невозможен с использованием видеоматериалов реальных движений, так как нет возможности в натурном эксперименте воспроизвести заданную последовательность временного запаздывания, упреждения начала управляющих движений или их окончания. Поэтому продолжение исследования в этой плоскости можно видеть прежде всего в использовании идей имитационного моделирования движений человека на ЭВМ.

**Выводы**

1. Биомеханический анализ элементарного состава исследуемого упражнения позволил выявить наиболее

типичные биомеханические параметры фаз действий и на этой основе предложить рациональную методику обучения, ориентированную на адаптивное обучение с учетом интерференции управляющих движений.

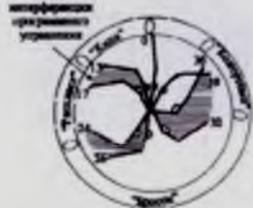
2. Усиление роли биомеханических исследований и их результатов в обосновании техники спортивных упражнений окажет положительное влияние на повышение эффективности учебно-тренировочного процесса гимнастов.
3. Дальнейшее продвижение теоретической мысли и практических предложений в области повышения эффективности тренировочных занятий гимнастов можно видеть в реализации идей конструирования наилучшей (а следовательно, и оптимальной) техники спортивных упражнений. При этом следует учесть, что оптимальная техника спортивных упражнений строится с учетом силового запроса, требуемого для выполнения упражнения, и связанных с этим ограничений на имеющиеся силовые ресурсы исполнителя, а также с учетом его индивидуальных антропометрических параметров. Поэтому предварительное теоретическое (именно теоретическое, а не практическое) построение оптимальной техники спортивных упражнений реально возможно на основе математических идей оптимизации и разработанного программного обеспечения имитационного моделирования движений человека на ЭВМ.

**Литература**

1. Гавердовский Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика / Ю.К. Гавердовский. – М.: Физкультура и спорт, 2007. – 912 с.
2. Загrevский В.И. Техника «Перелета Ткачева – ноги врозь в условиях опоры» / В.И. Загrevский, В.С. Шерин // Вестник ТГПУ. – 2007. – № 5 (68). – С. 31–37.
3. Загrevский В.И. Биомеханические параметры стартовых условий полетной части перелетовых упражнений «Ткачев» на перекладине / В.И. Загrevский, В.С. Шерин // Теория и практика физ. культуры, – 2008. – №10. – С. 56–61.
4. Загrevский В.И. Сравнительный анализ параметров основных биомеханических показателей техники структурной группы перелетовых упражнений «Ткачев» на перекладине / В.И. Загrevский, В.С. Шерин // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 306. – С. 133–138.
5. Загrevский В.И. Планирование траектории управляющих движений спортсмена в координатах внешнего пространства / В.И. Загrevский, В.О. Загrevский // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 10. – С. 56–61.
6. Курьеров Н.А. Фазность действий гимнаста / Н.А. Курьеров // В кн.: Л.П. Семенов, В.М. Смоленский: Гимнастам о гимнастике. – М.: Физкультура и спорт, 1961. – 223 с.
7. Перегудов Ф.И. Основы системного анализа: учебник. 3-е изд. / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 396 с.

**Bibliography**

1. Gaverdovsky, Yu.K. Teaching sports exercises. Biomechanics. Methodology. Didactics / Yu.K. Gaverdovsky– Moscow: Fizkultura i sport, 2007. – 912 P. (In Russian)
2. Zagrevsky, V.I. The technique of "Tkachev - cross stride stand" / V.I. Zagrevsky, V.S. Sherin // Vestnik TGPU. – 2007. – № 5 (68). –



Кадры 13-17 - зона интерференции программного управления на стыке фаз действий «Клев» - «Рассеивет».  
Кадры 24-26 - зона интерференции программного управления на стыке фаз действий «Рассеивет» - «Бросок».  
Кадры 32-36 - зона интерференции программного управления на стыке фаз действий «Бросок» - «Контроль».

Рис. 3. Интерференция программного управления на границе фазовых действий в упражнении «Перелет Ткачева»

- P. 31–37. (In Russian)
3. Zagrevsky, V.I. Biomechanical parameters of starting conditions of the flight part of bar reverse-hecht straddle catch / V.I. Zagrevsky, V.S. Sherin // *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*, – 2008. – №10. – P. 56–61. (In Russian)
  4. Zagrevsky, V.I. Comparative analysis of parameters of basic biomechanical indices of technique of the structural group of "Tkachev" bar straddle exercises / V.I. Zagrevsky, V.S. Sherin // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2008. – № 306. – P. 133–138. (In Russian)
  5. Zagrevsky, V.I. Plan of trajectory of athlete's control move in external coordinates / V.I. Zagrevsky, V.O. Zagrevsky // *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. – 2010. – № 10. – P. 56–61. (In Russian)
  6. Kur'evov, N.A. Phase character of gymnast's actions / N.A. Kur'evov // In: L.P. Semenov, V.M. Smolevsky: *To gymnasts on gymnastics*. – Moscow: Fizkultura i sport, 1961. – 223 P. (In Russian)
  7. Peregudov, F.I. The basics of system analysis: Textbook. 3rd ed. / F.I. Peregudov, F.P. Tarasenko. – Tomsk: Publ. h-se of NTL, 2001. – 396 P. (In Russian)

**Информация для связи с автором:**  
O.zagrevsky@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.05.2012 г.

## ИЗ ПОРТФЕЛЯ РЕДАКЦИИ

УДК:796.077.4

# ФОРМЫ И СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Доктор педагогических наук, профессор **М.В. Сахарова**  
**В.Е. Аратов**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва

**Ключевые слова:** информационные технологии, спортивный вуз, учебно-методическое обеспечение.

**Введение.** В области использования информационных технологий (ИТ) в изучении специальных спортивных дисциплин можно констатировать определенные достижения. Создание учебно-методических комплексов дисциплин, включающих информационно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, является одним из потенциальных способов активизации их самостоятельной познавательной деятельности. Это возможно осуществить как внутри- и межкафедральными разработками, так и созданием различного вида учебно-методических материалов на основе непосредственной тренировочно-соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов и команд (например, выступающих на уровне суперлиги чемпионата России). Для этого появляется все больше предпосылок как в методическом, аппаратном, так и в программном обеспечении. Покажем это на примерах кафедры теории и методики гандбола Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма по разработке информационно-методических учебных материалов и средств медийной поддержки учебного процесса, которые могут использоваться в системе как традиционного, так и дистанционного обучения, а также в самостоятельной работе студентов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Все использованные информационно-методические учебные материалы (ИМУМ) классифицируются на две группы: группу материалов для локальных технологий и группу для Internet-технологий. В каждой из этих групп выделяются информационные, функциональные и комбинированные ИМУМ. Группа локальных технологий подразделяется на самостоятельные приложения и приложения, работающие в среде других приложений. И, наконец, во всех группах выделяются ИМУМ, создаваемые методами прямого, косвенного и комбинированного программирования.

Минимальное, с технологической точки зрения, требование к созданию современного электронного учебника – это интерактивное изложение учебной информации, или гипертекст, снабженный взаимными ссылками на различные части материала учебника. В дидактическом плане гипертекст обеспечивает преподавателю возможность создания дополнительных возможностей и индивидуальных образовательных траекторий для студентов, расширения их возможностей для самостоятельного углубленного изучения учебных материалов.

Для создания локальных гипертекстовых материалов к настоящему времени разработано большое число программ. Например, HelpWriter – конструктор для создания самостоятельных интерактивных гипертекстовых файлов – имеет выгодное достоинство:

- Lite-версия этой программы свободно распространяется через Internet;
- настраиваемый трехоконный интерфейс будущего приложения, дополняемый всплывающими окнами;
- отсутствие ограничений в страничном объеме создаваемого приложения;
- автоматическое проектирование гипертекста из импортированных RTF-файлов;
- возможность создания множественной сегментированной графики, управляющих кнопок и связей с другими файлами;
- возможность автоматического создания глоссария и предметного указателя.

Для оценки степени освоения части учебного материала каждый учебный блок дополняется набором тестовых вопросов для самопроверки. Созданную интерактивную лекцию (учебное пособие) можно редактировать, дополняя, перемещая, изменяя его материалы в любой последовательности.

Для Internet-технологии гипертексты могут создаваться как с помощью специализированного редактора (например, MS FrontPage Explorer (Editor), так и с помощью широко известного текстового редактора Word. Однако приложения, разработанные этими средствами, не могут работать самостоятельно, а функционируют только в среде Word или Explorer. Для преподавателя, впервые решившего разработать собственный гипертекстовый учебный материал, предпочтительнее начинать работу с помощью редактора Word, обладающего большей наглядностью процесса создания будущей интерактивной лекции (или целого учебного пособия). При этом существует возможность подключения счетчиков обращения к файлам с правильными и неправильными ответами, что позволяет создавать протоколы итогов контроля приобретенных знаний.

Для создания учебных справочников можно порекомендовать программу MS Access для Windows. Эта программа предоставляет возможность разработки баз данных не только для обеспечения учебного процесса, но и для его сопровождения. Например, для контроля текущей успеваемости студентов, учета и распределения методической литературы или программных продуктов и т. п.

**Вывод.** Стремительное развитие компьютерных технологий, средств коммуникации и программного обеспечения, владение студентами и преподавателями элементарными навыками пользователя создало предпосылки для включения преподавателей и самих студентов в процесс создания информационно-методической среды.

**Информация для связи с автором:** Marina Sakharova doctorsahar2@mail.ru

Поступила в редакцию 28.09.2012 г.