

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА, ТУРИЗМА И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТР СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ»

Для ограниченного пользования

**МЕТОДИКА СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ
И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ
ПЛАВАНИЯ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ
И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ**

Учебно-методическое пособие



ТВТ Дивизион
Москва 2010

Сборник информационных материалов подготовлен на основании материалов НИОКР, выполненной ООО «Спорт Технолоджи» по заказу Минспорттуризма России в рамках государственного контракта №323 от 17.09.09.

Редакционная коллегия ФГУ «Центр спортивной подготовки сборных команд России»:

А.М. Кравцов (главный редактор), А.Г. Абалян,
С.П. Евсеев, Е.Б.Мякинченко, Т.Г. Фомиченко,
С.Л. Хоронюк, М.П. Шестаков (зам. главного редактора),
Ю.Н. Шилин (ответственный секретарь)

Методика срочного контроля и коррекции техники плавания в соревновательных и тренировочных упражнениях: Учебно-методическое пособие. — М.: ТВТ Дивизион, 2010. — 88 с.

ISBN 978-5-98724-081-6

Учебно-методическое пособие предназначено для тренеров и специалистов, принимающих участие в подготовке кандидатов в сборные команды страны по плаванию.

УДК 797.21

ISBN 978-5-98724-081-6

© Минспорттуризм России, 2010
© Оформление ТВТ Дивизион, 2010

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ	11
1.1. Современное состояние проблемы оценки эффективности технического мастерства пловцов.	11
1.2. Обоснование возможностей использования некоторых положений теории колебаний для оценки эффективности техники плавания.....	18
2. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ	21
2.1. Разработка алгоритмов и программного обеспечения, формализующих и реализующих новый методологический подход к оценке эффективности техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений в плавании на основе использования новой характеристики — коэффициента гидродинамической добротности или гидродинамической добротности.....	22
2.1.1. Получение данных с видеоблока для оперативного вывода на экран до начала записи в режиме 1	22

2.1.2. Получение и обработка данных о мгновенной скорости с видеоблока для записи и оперативного анализа	22
2.1.2.1. Обмен с видеоблоком для получения значений мгновенной скорости	23
2.1.2.2. Вычисление средней скорости.....	23
2.1.2.3. Расчет локального максимума, минимума и коэффициента гидродинамической добротности.....	23
2.2. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для вывода на экран монитора текущих значений гидродинамической добротности совместно с текущими значениями внутрицикловой скорости движения пловца, охранение усредненных значений в базе данных	24
2.2.1. Инструментальные программные средства вывода на экран графика внутрицикловой скорости	24
2.2.2. Инструментальные программные средства вычисления усредненного значения КГДД.....	24
2.3. Инструментальные программные средства хранения, извлечения и отображения на экране результатов измерений значения КГДД из базы данных	24
2.3.1. Подключение к локальной базе данных.....	25
2.3.2. Создание и наполнение списка участников тестов и результатов измерения КГДД.....	25
2.4. Добавление новых и удаление лишних записей участников тестов в базе данных.....	
3. МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ.....	31
3.1. Описание работы не модернизированного видеоблока.....	34

3.2. Описание работы модернизированного видеоблока.....	41
4. РАЗРАБОТКА И ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДИКИ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ.....	49
4.1. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания при выполнении старта с проплывом 15-ти метрового отрезка дистанции	53
4.2. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники дистанционного плавания или плавания с прохождением стационарного участка	56
4.3. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания при прохождении поворотов.....	60
4.4. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания при выполнении упражнения «Финиш»	62
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ В ТРЕНИРОВКЕ ПЛОВЦОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ.....	69

5.1. Гидродинамическая добротность – объективная характеристика эффективности техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях	69
5.2. Измерительный комплекс для срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники плавания со специальным программным обеспечением	71
5.3. Практические рекомендации по работе с модернизированным измерительным комплексом для срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники плавания.....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «техническая подготовленность пловца» (ТПП) является интегральным показателем и достаточно широко по своему содержанию.

Техническая подготовленность пловца характеризует степень реализации/освоения спортсменом последовательности/системы движений, присущей конкретному способу плавания, в соревновательном упражнении, способствующая достижению высокого спортивного результата.

В подготовке высококвалифицированных пловцов, где контроль и совершенствование технической подготовленности пловца играет одну из важнейших ролей, необходимо использовать некие интегральные показатели технического мастерства спортсменов.

Известно, что выдающиеся спортсмены отличаются разными способностями к повышению стабильности технического мастерства, в том числе и на разных дистанциях.

Так, на коротких дистанциях сложнее сохранить стабильность техники, чем на более длинных дистанциях, что обусловлено накоплением больших величин лактата и быстрым утомлением. Известно, что на коротких дистанциях, связанных с максимальным использованием анаэробных возможностей организма спортсмена, динамические и кинематические характеристики движения могут существенно меняться. Эти изменения являются в большей степени компенсаторными, обеспечивающими поддержанию высокой дистанционной скорости.

Эффективность техники заключается в том насколько полно спортсмен реализует свои двигательные возможности для достижения высокой скорости плавания.

Вместе с тем, анализ научно-методической литературы показал, что в настоящее время процесс оценки эффективности технического мастерства пловцов, несмотря на возможности современной вычислительной техники контрольно-измерительной

аппаратуры, занимает достаточно длительное время, и не позволяет вести коррекцию техники плавания в режиме реального времени («он лайн»).

Тем не менее, срочный контроль и коррекция техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях являются важнейшими проблемами процесса подготовки высококвалифицированных пловцов.

Известно, что для оценки эффективности техники плавания пользуются уравнениями регрессии между характеристиками физической подготовленности спортсменов и максимальной скоростью плавания на дистанции используя различные коэффициенты и критерии.

Однако упомянутые коэффициенты и критерии не позволяют корректировать технику выполнения реальных соревновательных и тренировочных упражнений именно в процессе их (упражнений) выполнения или непосредственно сразу после их выполнения, так как их взаимосвязь с техническими действиями спортсмена имеет опосредованный или статистический характер.

В настоящее время разработаны и успешно внедрены в процесс управления техническим совершенствованием пловцов различные аппаратные средства и методы контроля технической подготовленности спортсменов. В основу этих средств и методов положено использование современной высокоточной кино- и видеотехники, вычислительной техники.

В практике подготовки высококвалифицированных пловцов регистрация внутрициклового скорости ОЦМТС получила широкое распространение.

В настоящее время для оценки и контроля эффективности техники плавания в реальных тренировочных и соревновательных упражнениях используется методика, оценивающая скорость перемещения общего центра масс тела спортсмена (ОЦМТС) или методика оценки динамики внутрициклового скорости.

Существует несколько основных методов оценки/измерения динамики внутрициклового скорости ОЦМТС: кино-, видео-, циклография, тахометрия, гидроакустическая спидография.

Вместе с тем, несмотря на то, что исследователи и педагоги едины во мнении, что динамика внутрициклового скорости ОЦМТС и ее составляющих есть важнейшие характеристики движения, не существует единого подхода к количественной оценке техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании.

По-видимому, это связано и с отсутствием интегрального критерия оценки эффективности техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании, имеющего физический смысл и позволяющего получить срочную количественную информацию о технике плавания.

Вместе с тем интерес к методике срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях проявляется учеными и тренерами во многих странах мира.

Поэтому актуальным является проведение исследований по разработке методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнений.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ

1.1. Современное состояние проблемы оценки эффективности технического мастерства пловцов

Большинство специалистов по плаванию указывают, что максимальных результатов можно достичь только при сочетании высокого уровня развития функциональных возможностей спортсменов с отличным усвоением рациональной техники плавания.

Техническая подготовленность пловца характеризует степень реализации/освоения спортсменом последовательности/системы движений, присущей конкретному способу плавания, в соревновательном упражнении, способствующая достижению высокого спортивного результата.

На техническую подготовленность пловца влияют многие стороны его подготовленности – физическая, тактическая, психологическая, функциональная и др.

Существует также понятие «техническое мастерство».

Под техническим мастерством понимается владение наиболее рациональными структурами спортивных упражнений при установке на максимум в условиях соревновательной борьбы.

Известно, что техническое мастерство пловцов характеризуется стабильностью, вариативностью, экономичностью, эффективностью.

Стабильность техники обусловлена ее помехоустойчивостью – независимостью от внешних условий и функционального состояния пловца. Напряженная обстановка соревнований, сильные

соперники, необходимость быстрой адаптации к новым местам проведения соревнований, утомление по ходу дистанции и др. — все эти «сбивающие» факторы не способствуют повышению стабильности техники.

Известно, что выдающиеся спортсмены отличаются разными способностями к повышению стабильности технического мастерства, в том числе и на разных дистанциях.

Так, на коротких дистанциях сложнее сохранить стабильность техники, чем на более длинных дистанциях, что обусловлено накоплением больших величин лактата и быстрым утомлением.

Вариативность техники плавания зависит от способности спортсмена оперативно корректировать свои двигательные действия в зависимости от соревновательной ситуации и функционального состояния организма.

В то же время установлено, что вариативность техники плавания предусматривает наличие не жестко закрепленного двигательного навыка, который часто формируется в спортивном плавании, а исключительно лабильного, быстро и эффективно приспособляющегося к состоянию и функциональным возможностям спортсмена в каждый конкретный момент преодоления соревновательной дистанции.

Известно, что на коротких дистанциях, связанных с максимальным использованием анаэробных возможностей организма спортсмена, динамические и кинематические характеристики движения могут существенно меняться. Эти изменения являются в большей степени компенсаторными, обеспечивающими поддержание высокой дистанционной скорости.

Необходимо отметить, что менее квалифицированные спортсмены, не способные к вариативности собственной техники плавания, как правило, снижают скорость в процессе развивающегося утомления.

В результате проведенных исследований установлено, что экономичность техники плавания характеризует способность спортсмена к рациональному использованию энергии на единицу выполненной работы и является важнейшей характеристикой техники плавания, особенно на средних дистанциях.

В различных видах движения экономичность описывается разными характеристиками и рассчитывается с определенными ограничениями.

Известно, что эффективность техники пловца заключается в том, насколько полно спортсмен способен реализовать свои двигательные возможности для достижения высокой скорости плавания.

Эффективность техники определяется ее соответствием решаемым задачам и высоким конечным результатом, уровню физической, тактической и психологической подготовленности спортсмена.

Для оценки эффективности техники плавания пользуются уравнениями регрессии между характеристиками физической подготовленности спортсменов и максимальной скоростью плавания на дистанции, используют различные коэффициенты:

- коэффициент эффективности техники (КЭТ), оценивающий умение пловца «опираться об воду» во время гребковых движений руками;
- коэффициент использования силовых возможностей (КИСВ), характеризующий способность пловца использовать имеющийся уровень общей силы в специфических условиях плавания;
- коэффициент эффективности гребковых движений (КЭГУ), показывающий способность пловца принимать наиболее обтекаемое положение и за счет это эффективно реализовывать тяговые усилия в воде;
- коэффициент координации (КК), характеризующий эффективность согласования рабочих движений рук и ног в целостном двигательном акте.

В качестве критериев эффективности предлагается использовать:

- частное от деления суммарной силы тяги пловца за 40 секунд на сумму 3-х измерений пульса в восстановительном периоде;
- показатель максимальной силы тяги при фиксированном плавании;

- оптимальное соотношение темпа и «шага» пловца.

Существует мнение, что эффективность управления технической подготовкой пловцов тесно связана с моделированием процесса управления. В силу сложности и многогранности техники плавания не все ее стороны можно описать достаточно полными моделями. Поэтому при работе над качеством данной стороны тренировочного процесса часто совершенствуют отдельные компоненты техники, обозначаемые в качестве модельных характеристик техники плавания.

Высокий уровень технической подготовленности спортсмена отличает большая степень автоматизации двигательного навыка, его стабильность. Под стабильностью техники применительно к современному плаванию следует понимать не жестко закрепленный двигательный навык, а исключительно лабильный, быстро и эффективно изменяющийся навык, в зависимости от решаемых спортсменом в данный момент двигательных задач.

Уровень технического мастерства тесно взаимосвязан с возможностями управления двигательными действиями. Это может проявляться в сознательном изменении различных параметров техники плавания (темпа движений, длины «шага», скорости передвижения, выполнении упражнений в различных функциональных состояниях, в том числе и при прогрессирующем утомлении и т.д.).

Вместе с тем, оценка эффективности техники плавания предполагает получение объективной информации о кинематических и динамических характеристиках реального соревновательного/тренировочного упражнения.

Анализ научно-методической литературы показал, что интерес к методике срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях проявляется во многих странах мира.

В настоящее время в различных странах мира разработаны и успешно внедрены в процесс управления техническим совершенствованием пловцов различные аппаратные средства и методы контроля технической подготовленности спортсменов. В основу

этих средств и методов положено использование современной высокоточной кино- и видеотехники, вычислительной техники.

В практике подготовки высококвалифицированных пловцов регистрация внутрициклового скорости ОЦМТС получила широкое распространение. Динамику внутрициклового скорости используют как один из показателей эффективности движений пловца.

Для оценки и контроля эффективности техники плавания в реальных тренировочных и соревновательных упражнениях используется методика, оценивающая скорость перемещения общего центра масс тела спортсмена (ОЦМТС) или методика оценки динамики внутрициклового скорости.

Существует несколько основных методов оценки/измерения динамики внутрициклового скорости ОЦМТС: кино-, видео-, циклография, тахометрия, гидроакустическая спидография.

Вместе с тем, несмотря на то, что исследователи и педагоги едины во мнении, что динамика внутрициклового скорости ОЦМТС и ее составляющих есть важнейшие характеристики движения, не существует единого подхода к количественной оценке техники выполнения соревновательного/тренировочного упражнения в плавании.

По-видимому, это связано и с отсутствием интегрального критерия оценки эффективности техники выполнения соревновательного/тренировочного упражнения в плавании, имеющего физический смысл и позволяющего получить срочную количественную информацию о технике плавания.

В настоящее время анализ техники плавания проводится по методике, разработанной еще в СССР и усовершенствованной позднее с учетом возможностей современной кино-, видео- и вычислительной техники.

Однако данная методика не дает срочной информации о технике в процессе выполнения упражнения, что исключает ее использование как средство управления тренировочным процессом в режиме реального времени («он-лайн»).

Наиболее интересными, на наш взгляд, с позиции разработки методики срочного контроля и коррекции техники плавания

в реальных соревновательных/тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения, являются работы выполненные под руководством российского ученого С.В. Колмогорова.

В результате длительных исследований был разработан метод, позволяющий анализировать эффективность технической подготовленности пловцов в процессе выполнения соревновательного/тренировочного упражнений. Движения пловца анализируются с позиций биогиродинамики. В качестве исходных данных используются значения внутрицикловой скорости ОЦМТС, полученные методом гидроакустической спидографии и видеосъемкой.

Разработанная математическая модель дала возможность просчитать внутрицикловые значения эффективной продвигающей силы и силы лобового гидродинамического сопротивления, противодействующей продвижению пловца. В качестве критерия эффективности техники выполнения соревновательного упражнения предлагается использовать «коэффициент пропульсивной эффективности». Значения данного коэффициента у элитных пловцов находятся в диапазоне 0,626 – 0,837.

Однако техническая сторона реализации предлагаемого метода не описана, что, по-видимому, связано с некоторыми сложностями математического и технического характера.

Для оценки и контроля эффективности техники плавания в реальных тренировочных и соревновательных упражнениях используется методики, оценивающая скорость перемещения общего центра масс тела спортсмена (ОЦМТС) или методики оценки динамики внутрицикловой скорости.

В практике подготовки высококвалифицированных пловцов регистрация внутрицикловой скорости ОЦМТС получила широкое распространение. Динамику внутрицикловой скорости используют как один из показателей эффективности движений пловца.

Существует несколько основных методов оценки/измерения динамики внутрицикловой скорости ОЦМТС: кино-, видео циклография, тахометрия, гидроакустическая спидография.

Для оценки эффективности плавания в ластах на основе использования метода гидроакустической спидографии проводились экспериментальные исследования по оценке эффективности плавания в ластах на основе использования некоторых положений теории колебаний. Эффективность плавания в ластах оценивалась по значению коэффициента, названного «коэффициентом гидродинамической добротности». Чем меньше значение этого коэффициента, тем больше энергии затрачивает пловец при плавании с максимальной скоростью. Однако данных по использованию этого подхода в спортивном плавании мы не обнаружили, хотя методология расчета коэффициента гидродинамической добротности или биогиродинамической добротности, на наш взгляд, перспективна

Проведенный анализ современного состояния оценки эффективности технического мастерства пловцов выявил следующее:

- единого критерия оценка эффективности техники выполнения реального соревновательного или тренировочного упражнения в плавании не существует;
- исходные модели, предлагаемые исследователями, имеют различную кинематическую и динамическую структуру, что затрудняет сопоставление между собой полученных ими результатов;
- основной характеристикой для различных методик оценки эффективности технического мастерства пловцов является динамика внутрицикловой скорости перемещения ОЦМТС;
- для оценки эффективности техники плавания в реальных упражнениях
- используются в основном различные биогиродинамические модели, имеющие разную кинематическую и динамическую структуры, что тоже затрудняет создание единой критериальной оценки;
- предлагаемые критерии оценки эффективности технического мастерства пловцов в реальных упражнениях либо не могут быть использованы в режиме «он лайн», либо требуют значительных вычислительных мощностей;

- для разработки нового критерия оценки эффективности техники плавания в реальных упражнениях представляется перспективным использование некоторых положений теории колебаний.

1.2. Обоснование возможностей использования некоторых положений теории колебаний для оценки эффективности техники плавания

Моделирование процесса плавания – это чрезвычайно сложная теоретическая задача, поскольку, в отличие от сил гидродинамического сопротивления, действующих на объект постоянной формы, силы гидродинамического сопротивления, действующие на пловца, постоянно меняются во времени, поскольку зависят от положения тела пловца, его рук и ног.

Можно предположить, что силы гидродинамического сопротивления состоят из нескольких частей – в частности, силы лобового сопротивления, которая нелинейно зависит от скорости, а также сил вязкого трения, опять-таки, нелинейно зависящих от скорости, и сил волнового сопротивления. Часть энергии пловца расходуется не на то, чтобы продвигать его в вязкой среде, а на то, чтобы разгонять некоторую массу воды – эти траты также являются «непроизводительными», хотя и неизбежными.

Таким образом, процесс плавания может быть представлен как сложный нелинейный колебательный процесс, с периодической вынуждающей силой и нелинейным затуханием.

Это дает возможность привлечь и использовать для анализа движения спортсмена математический аппарат теории колебаний, в частности, принцип суперпозиции.

Именно принцип суперпозиции и дает возможность рассматривать теорию колебаний в применении к биомеханике плавания, а именно: и силы сопротивления, и пропульсивные силы можно разложить на несколько составляющих, каждая из которых является квазипериодической функцией.

Одной из главных характеристик осциллирующей системы, описывающих энергетику процесса, является величина, называемая добротностью.

Численно добротность представляет собой умноженное на 2π отношение запасенной в системе энергии к величине энергии, теряемой за один период колебаний.

Для определения добротности исследуемого нами квазипериодического процесса мы можем воспользоваться вышеприведенным определением добротности колебательной системы как отношение запасенной в системе энергии к энергии, рассеиваемой за один период колебаний (не учитывая постоянный множитель 2π). Полученную характеристику мы назвали «коэффициентом гидродинамической добротности» (КГД) или «гидродинамической добротностью». При этом, чем больше энергетические потери в системе, тем меньше добротность.

Так как энергия однозначно связана с квадратом скорости перемещения, в нашем случае добротность будет равна:

$$K = V_{\max 2} / (V_{\max 2} - V_{\min 2})$$

где:

V_{\max} , м/с – максимальное значение ВЦС в одном цикле плавания;

V_{\min} , м/с – минимальное значение ВЦС в одном цикле плавания.

Полученную характеристику мы назвали «коэффициентом гидродинамической добротности» (КГД) или «гидродинамической добротностью».

Экспериментально выявлено, что значение гидродинамической добротности в большей степени зависит от различия между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения спортсмена, чем от средней скорости движения пловца.

Большее значение добротности при меньших различиях между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения общего центра масс тела спортсмена подтверждает мнение многих ученых и исследователей, что, чем меньше разни-

ца между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения ОЦМТС, тем эффективней техника плавания спортсмена.

Гидродинамическая добротность может быть использована как количественная оценка эффективности техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений при анализе и коррекции техники плавания.

Обобщая результаты проделанной на данном этапе исследования работы, можно сказать, что предлагаемая нами методология оценки эффективности техники плавания в реальных соревновательных или тренировочных упражнениях на основе использования некоторых положений теории колебаний и новая характеристика количественной оценки эффективности техники плавания — «коэффициент гидродинамической добротности» или «гидродинамическая добротность» могут быть использованы:

- для реализации полученных теоретических предпосылок в программном обеспечении измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) методом гидроакустической спидографии; что позволит значительно повысить эффективность процесса подготовки пловцов сборной команды России;
- для разработки методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения.

Создание программного комплекса, реализующего теорию математической обработки внутрицикловой скорости пловцов с применением показателя «добротности», позволит дать быструю оценку техники плавания, выраженную в числовых величинах.

2. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ

В процессе достижения основной цели данного этапа, заключающегося в разработке алгоритмов и программного обеспечения для срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения, решались частные задачи по разработке различных программных инструментов. При этом функции, выполняемые инструментальными программными средствами, совмещаются в процессе работы измерительного комплекса и последующей обработке данных.

Разработанные программные инструменты решают следующие задачи, заключающиеся в:

- обработке информации о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца и вычисления текущего значения гидродинамической добротности в процессе выполнения упражнения;
- выводе значений гидродинамической добротности в числовом виде на экран монитора персонального компьютера совместно с графиком внутрицикловой скорости и текущими значениями средней скорости перемещения;
- хранении полученной информации в базе данных в следующем виде — текущие значения внутрицикловой скорости перемещения пловца, усредненное за эксперимент (количество циклов) значение гидродинамической добротности,

2. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для срочного контроля

среднеквадратичное отклонение гидродинамической добротности за эксперимент/количество циклов;

- выводе информации из базы данных для последующей обработки и анализа.

2.1. Разработка алгоритмов и программного обеспечения, формализующих и реализующих новый методологический подход к оценке эффективности техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений в плавании на основе использования новой характеристики – коэффициента гидродинамической добротности или гидродинамической добротности

Программа, реализующая данную задачу, разбита на несколько процедур. Работа каждой процедуры осуществляется по прерываниям, сгенерированным системным таймером. Частота обработки значений должна соответствовать частоте кадров видеосигнала, равной 25 Гц. Отсюда задаём период опроса видеоблока – 40мс.

2.1.1. Получение данных с видеоблока для оперативного вывода на экран до начала записи в режиме 1

Задачей процедуры является обмен с видеоблоком, проверка полученных данных на достоверность и пересчет их с учетом масштаба выводимого на экран графика скорости, вывод в диалоговое окно статуса программы по результатам обмена, необходимо для контроля за работой системы, создания эффекта движения графика на экране компьютера.

2.1.2. Получение и обработка данных о мгновенной скорости с видеоблока для записи и оперативного анализа

Этот программный инструмент должен производить обмен с видеоблоком, сохранять полученные данные во временное хра-

2. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для срочного контроля

нилище, делать оперативную обработку для определения внутрицикловых максимальных, минимальных и средних значений скорости, находить значение текущей добротности, а так же готовить данные для вывода в виде движущегося графика на экране компьютера.

2.1.2.1. Обмен с видеоблоком для получения значений мгновенной скорости

Задачей процедуры является отправка запроса в видеоблок и прием от него значений скорости.

Данная задача реализуется в 2 этапа:

- отправка запроса с числовым значением запроса, в ответ должно возвращаться подтверждение приема.
- прием ответа от блока осуществляется функцией, которая в результате своей работы возвращает значение из буфера порта.

В программе эти задачи реализованы функциями WriteCom и ReadCom;

2.1.2.2. Вычисление средней скорости

Задачей этапа является обработка данных, полученных после обмена с видеоблоком с целью определения средней скорости и обновление значения средней скорости во временном хранилище для последующего отображения на экране.

2.1.2.3. Расчет локального максимума, минимума и коэффициента гидродинамической добротности

Главной задачей данного этапа является поиск максимума и минимума графика скорости на участке длиной один цикл. На основании этих значений рассчитывается коэффициент гидродинамической добротности. Результаты выводятся на экран компьютера

2.2. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для вывода на экран монитора текущих значений гидродинамической добротности совместно с текущими значениями внутрицикловой скорости движения пловца, сохранение усредненных значений в базе данных

2.2.1. Инструментальные программные средства вывода на экран графика внутрицикловой скорости

Задачей этого блока программы должно являться отображение графика на экране компьютера. Он запускается по команде от операционной системы в тот момент, когда данные графика считаются устаревшими. Это время задается равным периоду получения значений мгновенной скорости от видеоблока (40 мс).

2.2.2. Инструментальные программные средства вычисления усредненного значения КГДД

Данный блок необходим для подсчета усредненного показателя коэффициента гидродинамической добротности (КГДД), усредненного значения максимальной, минимальной и средней скорости на заданном интервале записи внутрицикловой скорости (ВЦКС).

Входными данными для процедуры подсчета служат массивы временного хранения данных мгновенной скорости, локальной максимальной и минимальной скоростей, созданные в процессе работы процедуры получения и обработки мгновенных значений скорости, описанной в п. 1.2.

2.3. Инструментальные программные средства хранения, извлечения и отображения на экране результатов измерений значения КГДД из базы данных

Задачей данного раздела является разработка способа хранения данных, накопленных в процессе измерений, персональных данных спортсменов, участвовавших в измерениях, организация

интерфейса пользователя, дающего возможность получать доступ для вывода на экран результатов, дополнять список спортсменов, участвующих в тестах.

Работа блока может быть условно разделена на процедуры:

- подключение к локальной базе данных;
- создание и наполнение данными списка участников и результатов тестов;
- включение возможности дополнения записей в базе данных;
- обеспечение пользователю удобного доступа к сохраненным данным;

2.3.1. Подключение к локальной базе данных

Задачей процедуры является установка соединения с базой данных. Это можно выполнить по средствам универсального протокола управления базами данных ODBC. Данный вид подключения удобен в использовании по причине высокой совместимости практически со всеми типами существующих на данный момент баз данных. Поэтому система получится универсальной в плане метода хранения информации. Формат базы данных целесообразно выбрать так, чтобы предоставить возможность пользователю составлять итоговые отчеты и сводные таблицы в удобном для себя виде не привязываясь только к возможностям, заложенным в программу. Таким образом, если выбрать в качестве хранилища информации базу данных MS Access, это удовлетворит всем описанным выше требованиям.

2.3.2. Создание и наполнение списка участников тестов и результатов измерения КГДД

Задачей процедуры является создание в окне программы визуального представления таблицы базы данных спортсменов и результатов измерений, соответствующих выбранному пользователем спортсмена.

Для удобства поиска по списку его необходимо отсортировать. В качестве критерия сортировки целесообразно выбрать фамилию спортсмена, или фамилию тренера, что сразу объединит в группу спортсменов одной бригады.

Работа процедуры должна состоять из следующих этапов:

- создание таблиц с необходимыми параметрами ширины и количества колонок;
- создание запроса на выборку из базы данных требуемых колонок;
- сортировка полученной выборки по указанному критерию;
- заполнение таблицы значениями из выборки;
- обнаружение выбранной пользователем строки таблицы спортсменов для заполнения данными таблицы соответствующих ему результатов;

2.4. Добавление новых и удаление лишних записей участников тестов в базе данных

Задачей процедуры добавления является пополнение списка участников тестов. Данных, вводимых для нового участника, должно быть достаточно для последующей однозначной идентификации и обеспечения удобного поиска по списку. В качестве возможных полей для заполнения требуется указать: фамилию, имя, отчество, год рождения, спортивный разряд, фамилию тренера. Обязательными из этого списка являются поля «имя» и «фамилия» — их достаточно для создания новой записи, остальные поля могут быть дополнены позднее.

Программа включает в себя:

- базу данных, формата MS Access, подключаемую в программу через ODBC драйвер;
- основное тело программы написано на языке C++, с использованием расширения Visual;
- интерфейс пользователя на основе библиотек Microsoft Foundry Class, что обеспечивает программе привычный для пользователя классический вид и высокую степень совместимости с операционными системами от Microsoft.

Программа осуществляет хранение данных в формате MS Access с выборочным экспортом в файлы MS Excel, что обеспечивает неограниченные возможности для подведения итоговых результатов как командных сборов, так и личного роста на протяжении всего сезона.

Графический интерфейс выполнен на основе модальных окон, отображающих каждый этап работы с программой, т.е. при переходе к новому шагу в работе пользователь получает в своё распоряжение новое окно с функциями, относящимися только к данному этапу работы. Это значительно разгружает интерфейс и упрощает освоение программы.

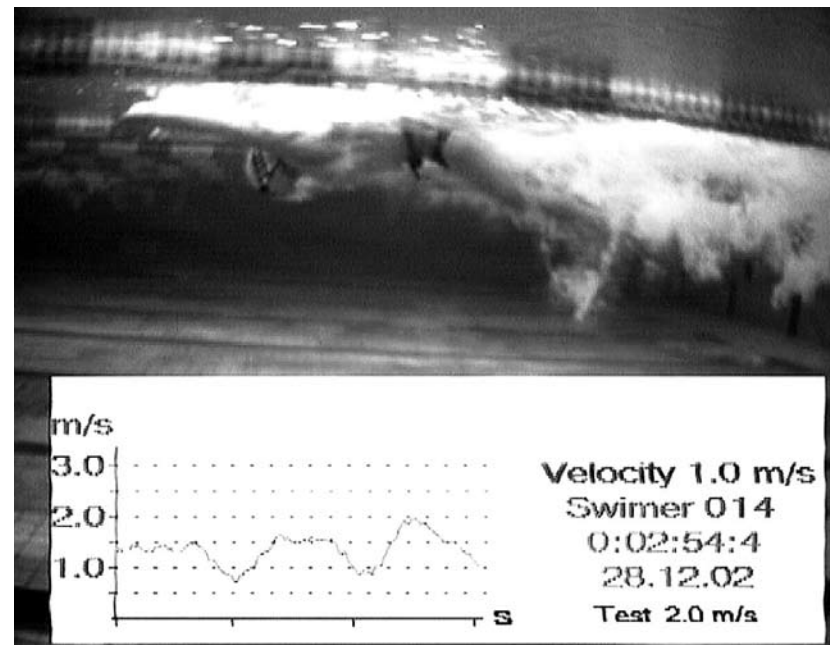


Рисунок 1. Изображения на экране монитора измерительного комплекса для оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания (старое программное обеспечение).

Стиль плавания — баттерфляй

Разработанное программное обеспечение в значительной степени ускоряет процесс обработки данных о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца в процессе выполнения соревновательного или тренировочного упражнения и ее составляющих, представляет текущие значения коэффициента гидродинамической добротности, что дает возможность тренеру и исследователю контролировать эффективность технических действий пловца практически в режиме «он лайн», и на основе полученных данных корректировать технику выполнения упражнения.

Программное обеспечение предусматривает вывод информации на большой монитор совместно с изображениями, полученными с видеокамер.

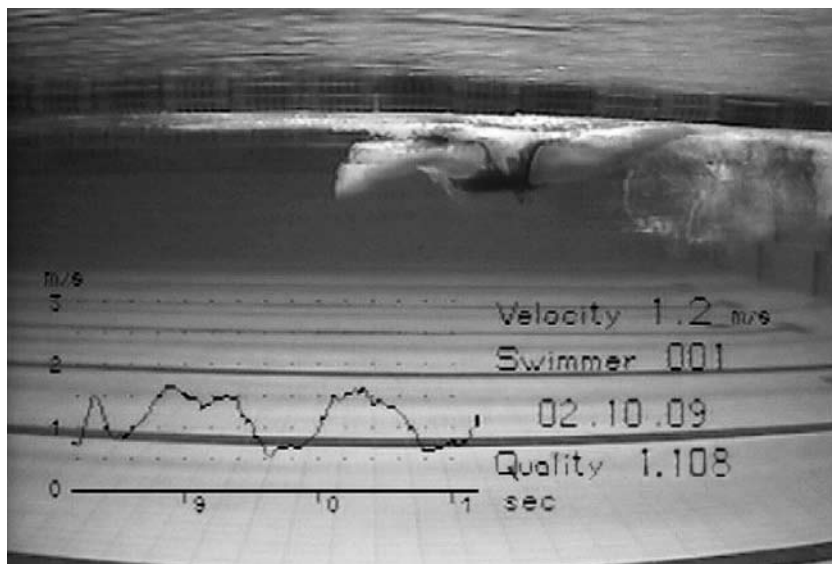


Рисунок 2. Изображения на экране монитора модифицированного измерительного комплекса для оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания. Стиль плавания – баттерфляй. Quality – «текущее» значение гидродинамической добротности

Разработанное программное обеспечение технически реализует новый методологический подход к оценке эффективности техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений в плавании с использованием новой характеристики – коэффициента гидродинамической добротности, на основе применения измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме), и создает объективные предпосылки для разработки методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения.

3. МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ

Измерительный комплекс для контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях предназначен для одновременной регистрацией внутрицикловых колебаний скорости перемещения пловца с подводной видеосъемкой движений спортсмена для визуальной оценки техники плавания. Комплекс работает в автономном режиме.

Принцип получения информации о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца основан на использовании эффекта Доплера. Эффект Доплера заключается в изменении частоты сигнала, принимаемого неподвижным приемником от движущегося излучателя.

Математически формула, описывающая эффект Доплера, имеет вид:

$$F_{\text{пр}} = F_0 + F_0/V_{\text{зв}} \cdot V_{\text{изл}} \quad (1)$$

где:

$F_{\text{пр}}$ – частота принимаемого гидрофоном ультразвукового сигнала

F_0 – частота, излучаемая ультразвуковым генератором пловца

$V_{\text{зв}}$ – скорость распространения звука в воде

$V_{\text{изл}}$ – скорость перемещения генератора (т.е. пловца) в воде.

Из приведенной формулы видно, что принимаемая неподвижным приемником (гидрофоном) частота ультразвуковых колебаний от подвижного излучателя, установленного на пловце, содержит информацию о скорости перемещения пловца. То есть, электрический сигнал, создаваемый гидрофоном, есть не что иное как электрический сигнал, модулированный по частоте внутрицикловой скоростью пловца.

Из формулы (1) следует, что, чем выше частота, излучаемая двигающимся источником, тем выше разностная (Доплеровская)

частота. Это, в свою очередь, ведет к уменьшению времени задержки, необходимого для обработки и вывода информации о внутрицикловой скорости движения пловца.

С другой стороны, повышение частоты ультразвукового генератора ведет к уменьшению длины волны сигнала, распространяющегося в воде.

Дело в том, что существенным препятствием на пути распространения ультразвуковой волны в воде, являются пузырьки воздуха, возникающие в воде, в результате плавания спортсменов. Пузырьки воздуха, имеющие размеры, сравнимые с длиной ультразвуковой волны в воде, являются существенным препятствием на пути распространения последней.

Поэтому частота излучаемого сигнала была выбрана равной 100 Гц.

Выбор частоты излучения в 100 кГц является компромиссом между задержкой обработки сигнала и распространением ультразвукового излучения в воде.

Частота излучения в 100 кГц позволяет получить задержку обработки сигнала внутрицикловой скорости в пределах 60–80 мсек, при этом, величина затухания ультразвуковой волны в бассейне имеет приемлемую величину, позволяющую достоверно регистрировать внутрицикловую скорость пловца на расстоянии до 50 метров.

Точность измерения внутрицикловой скорости перемещения пловца, в основном зависит от точности измерения частоты Доплеровского смещения, и может составлять десятые доли процента. Однако в реальных условиях, существуют физико-технические условия, ухудшающие работу приемного устройства.

Основным фактором, влияющим на точность измерения внутрицикловой скорости движения пловца, является интерференция (наложение) гидроакустических волн в точке приёма (гидрофоне).

Гладкие стенки бассейна, дно, поверхность воды отражают ультразвуковые волны с небольшим коэффициентом поглощения. Поэтому гидрофон принимает не только прямой сигнал,

прошедший по кратчайшему расстоянию между гидрофоном и излучателем подвижного генератора, но и некоторое количество отражённых сигналов, сдвинутых по фазе относительно прямого сигнала.

Их путь всегда больше, чем у прямого сигнала. Сдвиг по фазе может достигать ± 180 . В результате, принимаемый сигнал постоянно меняет амплитуду. Достаточно часто возникает ситуация (длительностью не более 1–5 мсек.) когда амплитуда сигнала падает практически до 0 и схема формирования данных о внутрицикловой скорости не в состоянии его усилить.

Реализация измерения внутрицикловой скорости пловца, используя эффект Доплера (гидроакустическая спидография) происходит следующим образом.

Пловец надевает пояс с укрепленным на нем ультразвуковым излучателем, и выполняет плавательное задание.

Работающий на поясе генератор, создаёт в воде непрерывные звуковые колебания ультразвуковой частоты. Переменное напряжение частотой 100 кГц, стабилизированное кварцевым резонатором, усиливается и подаётся на пьезокерамический излучатель, находящийся в непосредственном контакте с водой бассейна. В воде возникают акустические ультразвуковые волны, в основном распространяющиеся согласно диаграмме направленности пьезокерамического излучателя.

Диаграмма направленности представляет собой симметричный, по отношению к направлению плавания, конус вращения, с телесным углом 10–15 градусов.

Максимумы излучения направлены вперёд и назад по направлению плавания. Это позволяет регистрировать внутрицикловую скорость в двух направлениях одним гидрофоном.

Следует отметить, что получение сигнала скорости при плавании от гидрофона, сопровождается достаточно серьёзными помехами, возникающими из-за кавитационного пузырькового следа, появляющегося в результате активной работы ног спортсмена.

Конструктивно ультразвуковой излучатель, выполнен в виде герметичного, неразборного блока, с внутренним, автономным

источником питания (аккумуляторной батареей). Время непрерывной работы генератора излучателя, от полностью заряженной батареи, не менее 40 мин.

Приём гидроакустического сигнала генератора, производится неподвижным приёмником (гидрофоном), укреплённым на бортике бассейна. Глубина погружения гидрофона 30-40 см на дорожке, где спортсмен выполняет плавательное задание.

Одной из главных задач измерительного комплекса для контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях визуальная оценка подводной части техники плавания спортсмена. Для решения этой задачи применяется подводная видеокамера.

Информация о внутрицикловой скорости плавания суммируется с видеосигналом от подводной видеокамеры и выводится на экран монитора в реальном масштабе времени, что позволяет в дальнейшем при просмотре видеозаписи точно соотнести плавательные движения с величиной и динамикой внутрицикловой скорости.

Вышеописанные процедуры реализуются в главном блоке измерительного комплекса – видеоблоке или видеопроцессоре.

Основной задачей видеопроцессора, является совмещение графической информации о скорости плавания, с телевизионным изображением плывущего спортсмена, в реальном масштабе времени.

3.1. Описание работы не модернизированного видеоблока

Блок-схема не модернизированного видеоблока и расшифровка условных обозначений представлена на рисунке 3.

Конструктивно видеопроцессор выполнен на единой печатной плате и может быть условно разделен на независимые электронные схемы:

- а) Электронная схема обработки гидроакустических сигналов – блоки 3, 4, 9, рисунок 3.
- б) Схема обработки видеосигнала – блоки 1, 2, 5, 6, 7, 8, рисунок 3.

- в) Независимый блок питания 10. Состоит из аккумуляторной батареи и двух интегральных стабилизаторов напряжения на 6 и 5 вольт, рисунок 3.

Не модернизированный видеоблок работает следующим образом. Ультразвуковой сигнал преобразуется гидрофоном в переменный ток и подаётся на вход усилителя 3. Усилитель гидроакустических сигналов реализован на интегральной микросхеме 174ур3. Она содержит частотный детектор, используемый в качестве балансного смесителя. В нём складывается усиленный сигнал от гидрофона, с сигналом опорного квар-

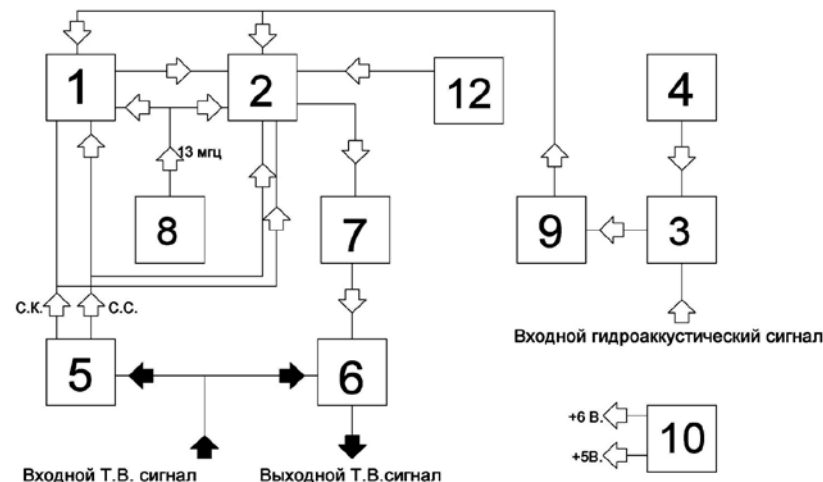


Рисунок 3. Блок-схема не модернизированного видеоблока

- 1. Микроконтроллер цифр. 2. Микроконтроллер графика внутрицикловой скорости. 3. Усилитель-детектор гидроакустических сигналов. 4. Опорный генератор гидроакустического сигнала.
- 5. Синхроселектор телевизионного сигнала. 6. Смеситель телевизионного и цифрового сигнала. 7. Схема управления смесителем.
- 8. Задающий генератор. 9. Преобразователь частота-напряжение. 10. Автономный источник питания. 12. Плёночная клавиатура

цевого генератора 4. Опорный генератор собран на микро-схеме 561ла7. Частота 100 кГц. стабилизирована кварцевым резонатором.

В результате сложения двух частот, на выходе детектора появляется частота биений пропорциональная скорости перемещения гидроакустического генератора, находящегося на поясе пловца, что и является внутрицикловой скоростью плавания.

Полученная частота биений усиливается, фильтруется по частоте, и подаётся на вход преобразователя частота-напряжение 9. На его выходе появляется напряжение пропорциональное скорости плавания. Это напряжение преобразуется в цифровую форму при помощи аналого-цифровых преобразователей находящихся в составе микроконтроллеров 1 и 2.

Основными узлами блока обработки сигнала скорости являются два микроконтроллера фирмы Atmel (блоки 1 и 2 на рис.3). Установленные в них программы, обеспечивают обработку и преобразование частотно-модулированных сигналов, от гидроакустического приёмника – в графическую информацию, отображающую скорость пловца.

Вывод графической информации совместно с видеоизображением в реальном масштабе времени, возможен, только при выполнении определённых условий, в ходе выполнения программ микроконтроллеров.

Необходимо соблюдение двух условий:

- программы, выполняемые микроконтроллерами, должны быть синхронизированы по времени, с видеосигналом, поступающим от подводной видеокамеры;
- амплитуда сигналов, являющихся графическими результатами вычислений микроконтроллеров, должны находиться в пределах между уровнем «чёрного» и «белого», яркостной составляющей видеосигнала.

Синхронизация, по времени, контроллеров и видеосигнала, производится при помощи синхронизационных импульсов двух видов. Это кадровые и строчные синхроимпульсы, являющиеся обязательной частью передаваемого видеосигнала.

Отделение синхроимпульсов от видеосигнала, производится при помощи синхроселектора 5.

Центральной частью синхроселектора является специализированная микросхема 174ха11. Выходные сигналы синхроселектора содержат два отдельных импульсных сигнала – кадровые и строчные синхроимпульсы (соответственно С.К. и С.С. на рис.1). Оба синхроимпульса подаются на микроконтроллеры 1 и 2, что и обеспечивает синхронизацию работы установленных в них программ по кадрам и строкам входного видеосигнала. С.К. и С.С. обеспечивают синхронизацию программ микроконтроллеров при помощи программных прерываний. Синхронность выполнения программ по С.К. и С.С. обеспечивает общую стабилизацию поля, отводимого в видеоизображении, для визуализации графика скорости.

Горизонтальная чёткость, выводимого на экран графического поля, 272 точки. Вертикальная чёткость графического поля составляет 110 строк. Для обеспечения указанных параметров, частота задающего (тактового) генератора обоих контроллеров составляет 13 мГц, что является практически предельной для данного типа контроллеров.

Тактовый генератор, выполнен на логической микросхеме 1533ла3, что обеспечивает достаточную частотную стабильность генерируемого напряжения.

Информация, выводимая на экран, не ограничивается только отображением графика скорости пловца. Кроме этого на экран выводится ещё три цифровых показателя: мгновенная скорость, номер пловца и дата проведения съёмки.

В связи с ограниченными возможностями микроконтроллеров их функции разделены. Контроллер 1 обеспечивает вывод на экран цифровой информации, а контроллер 2 обеспечивает вывод графика внутрицикловой скорости, в реальном масштабе времени.

Сформированный, при помощи двух контроллеров графический сигнал, поступает в смеситель 6, где производится сложение цифрового и видео сигналов. Схема управления смесителем 7, позволяет выводить график в четырёх вариантах:

- чёрные линии графика на белом фоне;
- белые линии графика на чёрном фоне;
- белые линии графика – фон прозрачный;
- чёрные линии графика – фон прозрачный.

Выбор варианта производится оператором в зависимости от условий освещённости в бассейне. Команды, на изменение вида графика, синтезирует контроллер 2. Контроллером 2, оператор управляет при помощи небольшой плёночной клавиатуры 12, с шестнадцатью кнопками.

Как было сказано выше, вторым условием качественного совмещения видеосигнала и графической информации, создаваемой контроллерами, является согласование их уровней. В режиме вывода белого графика на чёрном или прозрачном фоне, амплитуда импульсных сигналов контроллеров не должна превышать максимальной амплитуды уровня «белого» в видеосигнале подводной камеры. Соответственно уровень чёрного фона графика должен быть равен амплитуде синхронизационных импульсов входного видеосигнала. Верхние площадки синхроимпульсов являются уровнем «чёрного» в видеосигнале.

Нарушение выше приведённых условий соотношения амплитуд смешиваемых сигналов, приводит к невозможности получения стабильного изображения, на экране монитора и видеозаписи.

Выход амплитуды сигналов, выводимого графика, за уровень «чёрного» или «белого» приводит к сбою, в работе синхроселектора видеомагнитофона или видеомонитора, что в свою очередь, существенно искажает видеоизображение. Вследствие чего, обработка полученных данных, становится невозможной.

Для устранения выше перечисленных явлений, в схеме управления смесителем 7, предусмотрена жёсткая привязка импульсных сигналов поступающих от контроллеров 1 и 2, к уровню «чёрного» и «белого» входного видеосигнала.

Для повышения стабильности синтезированного изображения на выходе видеопроцессора, производится изменение в схеме выходного видеоусилителя подводной видеокамеры.

В модифицированной видеокамере видеосигнал поступает на

вход видеопроцессора с постоянным и стабильным электрическим потенциалом, в независимости от освещённости транслируемого объекта. Данная доработка подводной камеры позволяет существенно упростить электронную схему видеопроцессора. Отпадает необходимость в создании узла автоматической привязки выходных сигналов видеопроцессоров, к уровню чёрного, в изменяющемся сигнале стандартной видеокамеры. Доработка подводной видеокамеры не сказывается на выходном сигнале видеопроцессора. Сигнал остаётся в стандарте, принятом для бытовой аппаратуры – положительная амплитуда яркостной составляющей равна 1 В. на нагрузке 75 Ом. Отрицательные синхроимпульсы передаются в полном объёме соответствующие стандартному телевизионному сигналу, принятому для бытовой аппаратуры.

Подводная видеокамера, может быть как черно-белой, так и цветной. Система кодировки цвета (PAL или SECAM) не имеет значения, т.к. видеопроцессор не обрабатывает цветную составляющую видеосигнала.

Исключение составляет сигнал NTSC, да и то только потому, что сигнал NTSC работает в стандарте частоты кадров – 60 Гц. Для стандарта частоты кадров 60 Гц, в программе предусмотрен переход на более высокую частоту кадров. На плате видеопроцессора установлена специальная перемычка, замыкая или размыкая которую, обеспечивается возможность для переключения с одной системы телевизионного стандарта, на другую.

Не модернизированный видеоблок позволяет визуально оценивать технику плавания и получать некоторые цифровые значения внутрицикловой скорости ручным способом, т.е. необходимо вручную записывать цифровые значения внутрицикловой скорости, для их последующей обработки и внесения в базу данных. Время необходимое на обработку отснятого материала составляет от нескольких дней до нескольких недель, в зависимости от объема проведенных исследований.

Основными недостатками измерительного комплекса для контроля техники плавания в реальных соревновательных и тре-

нировочных упражнениях с не модифицированным видеоблоком являются:

- отсутствие возможности проводить срочную оценку эффективности техники выполнения плавательных упражнений, что в значительной степени снижает эффективность процесса подготовки пловцов;
- отсутствие количественного критерия оценки техники выполнения упражнения;
- невозможность управления техникой выполнения упражнения в режиме «онлайн».

На рисунке 4 представлен пример стоп-кадра подводной видеосъёмки с не модифицированным видеоблоком.

Стоп-кадр условно разделяется (по вертикали) на две части. Верхняя часть кадра отведена для изображения пловца. Нижняя

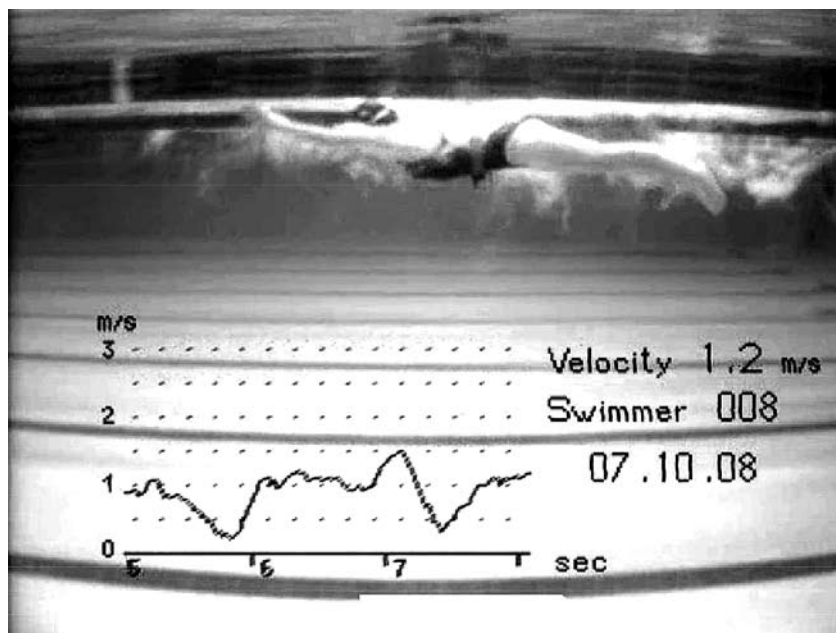


Рисунок 4. Стоп-кадра подводной видеосъёмки с не модифицированным видеоблоком

часть кадра является полем для вывода графической информации, оперативно отображающей выполнение пловцом плавательного задания – график внутрицикловой скорости движения пловца.

3.2. Описание работы модернизированного видеоблока

Для реализации главной задачи, состоящей в разработке методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения и устранения недостатков видеоблока, указанных в разделе 3.1., препятствующих решению данной задачи, была проведена модернизация видеоблока.

Модернизированный видеоблок, так же как и предыдущее изделие, предназначен для работы в составе измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме).

Вместе с тем, реализация нового методологического подхода к количественной оценке техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании на основе анализа внутрицикловой скорости общего центра масс тела спортсмена с использованием «гидродинамической добротности» для количественной оценки эффективности техники плавания предполагает значительное увеличение объема цифровой информации обрабатываемой в реальном масштабе времени.

Дополнительные требования предъявляются и к повышению качества исходного сигнала (Доплеровской частоте), т.к. гидроакустический сигнал подвергается математической обработке и от его достоверности зависят результаты вычислений гидродинамической добротности.

Модернизация видеоблока осуществлялась по трём основным направлениям:

1. *Повышение качества получаемого гидроакустического сигнала.*
2. *Улучшение выводимой на экран видеомонитора графической информации, отображающей результаты вычислений в реальном масштабе времени.*
3. *Увеличение вычислительной мощности видеопроцессора.*

Стабильность получаемого прямого сигнала от ультразвукового генератора пловца является основой качественного отображения внутрицикловой скорости.

Модернизации подвергся не только сам видеоблок, но и оборудование, располагаемое в бассейне.

Как было указано выше, прием гидроакустических сигналов со стороны ног пловца спортсмена, сопровождается помехами от кавитационного пузырькового следа. Для получения качественного гидроакустического сигнала вне зависимости от направления плавания было принято решение о размещении двух гидрофонов на противоположных бортиках бассейна.

Поэтому в модернизированный видеоблок установлен дополнительный вход для подключения второго гидрофона и коммутатор гидрофонов.

Теперь в процессе съёмки оператор подключает тот гидрофон, на который наплывает спортсмен. Тем самым обеспечивается передача гидроакустического сигнала всегда вперёд (по отношению к пловцу) независимо от направления плавания спортсмена.

Таким образом, удалось избавиться от помех, создаваемых кавитационным пузырьковым следом.

При такой схеме получения гидроакустического сигнала о динамике внутрицикловой скорости движения пловца отпадает необходимость в двухстороннем излучении ультразвукового генератора пловца.

Тем более, что излучение назад теперь создаёт только дополнительные интерференционные помехи на гидрофоне, расположенном перед пловцом и находящимся в режиме активного приёма.

Подавление заднего конуса диаграммы излучения генератора пловца осуществляется путём установки на излучателе (с задней стороны) акустического экрана, представляющего собой обтекатель, изготовленный из вспененного полиэтилена.

Необходимость улучшения выводимой графической информации связана с наблюдаемыми ранее искажениями вертикальных линий на графическом поле отображаемой внутрицикловой скорости. Это усложняло восприятие видеозаписи при просмотре спортсменом и тренером отснятого видеоматериала. Анализ полученных видеозаписей выявил причину наблюдаемых искажений. Они проявлялись в несинхронности задающего генератора микроконтроллеров 1 и 2 (Рисунок 3).

Для качественного отображения вертикальных линий графического поля недостаточно только программных прерываний, о необходимости которых было сказано выше. Необходимо также синхронизировать тактовый (задающий) генератор микроконтроллеров, обеспечивающий пошаговое выполнение установленных программ.

Тактовый генератор, выполненный на логической микросхеме 1533ла3, был модифицирован.

Была изменена электрическая схема. Создан вход для стробирующего импульса. В качестве стробирующего импульса используется укороченный по длительности (положительный) строчный синхронизирующий импульс. Естественно, пришлось добавить схему формирования стробирующего импульса.

Формирователь стробирующего импульса вошел в состав синхроселектора телевизионного сигнала 5. Подача этого импульса на вход тактового генератора прерывает его работу. По заднему фронту стробирующего импульса тактовый генератор возобновляет свою работу. Причём, возобновление генерации всегда происходит с одинаковой фазы. Вследствие этого все точки графика, выводимого на экран контроллерами в соседних строках видеозображения, всегда расположены в строго прогнозируемых местах по отношению к началу телевизионной строки. Это и обеспечивает стабильность изображения (отсутствие дрожания и ломаных вертикальных линий, выводимых на экран).

Увеличение вычислительной мощности видеопроцессора связано с задачей вычисления гидродинамической добротности в реальном масштабе времени, а также создания базы данных получаемых результатов вычислений.

Непосредственное расширение вычислительной мощности видеопроцессора экономически не целесообразно, тем более что на данный момент времени подобного рода вычисления легко выполняются персональными компьютерами. Особенно это касается работы с базами данных.

Поэтому было принято решение соединить видеопроцессор с персональным компьютером посредством порта USB (универсальная шина последовательной передачи данных). В связи с этим пришлось ввести дополнительную схему, позволяющую осуществлять двухстороннюю передачу данных между контроллерами 1, 2, и персональным компьютером.

Главное отличие программного обеспечения модернизированного блока от предыдущего варианта состоит во взаимодействии с персональным компьютером

Задача нового программного обеспечения состоит в передаче данных о внутрицикловой скорости и приём результатов вычислений от внешнего персонального компьютера. Принятые данные о величине гидродинамической добротности выводятся в реальном масштабе времени на экран видеомонитора и на запись в видеомаягнитофон.

Блок схема модифицированного видеопроцессора представлена на рисунке 5.

В нем появились дополнительные блоки 13 и 11, а также дополнительное управление тактовым генератором 8 стробирующими строчными синхроимпульсами.

Блок 13 является коммутатором сигналов, поступающих от двух гидрофонов, расположенных на противоположных стенках бассейна и управляется оператором, производящим съёмку.

В функции оператора входит также перед началом видеосъёмки включение видеозаписывающей аппаратуры, пуск программы захвата скорости на персональном компьютере, слежение и корректировка видеоизображения, поступающего с подводной видеокамеры в процессе съёмки.

Соответственно, по окончании видеосъёмки плавательного упражнения переключение всей регистрирующей аппаратуры в режим ожидания.

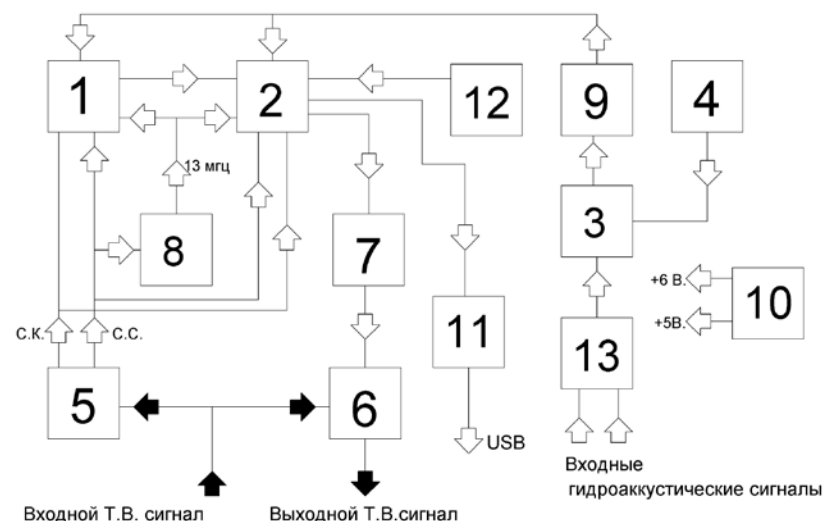


Рисунок 5. Блок схема модифицированного видеопроцессора

Блок 11 осуществляет двухстороннюю связь между контроллером и персональной вычислительной машиной.

Необходимость применения этого блока обусловлена спецификой внутренней архитектуры применяемых микроконтроллеров. Их внутренняя архитектура содержит аппаратно организованный протокол связи с внешними устройствами типа RS-232.

Однако, большинство современных персональных компьютеров не оборудованы внешними разъёмами, поддерживающими протокол RS-232. В современных персональных компьютерах широко распространены разъёмы протокола USB.

В связи с тем, что в эксплуатации ещё находится очень много периферийных устройств, поддерживающих протокол RS-232, промышленностью выпускается транскодирующий блок, позволяющий соединить два порта, поддерживающих разные протоколы, двухсторонней связью передачи данных.

Организация двухсторонней связи между контроллерами видеопроцессора и персональной вычислительной машиной по-

зволяет оперативно выводить на экран видеомонитора величину гидродинамической добротности в реальном масштабе времени.

Цифровая информация о внутрицикловой скорости пловца в реальном масштабе времени, поступает по каналу связи RS-232 – USB в персональный компьютер. В нём постоянно ведётся обработка поступающей информации о внутрицикловой скорости и на основании произведённых вычислений выводится величина оперативной гидродинамической добротности.

Эта величина отображается на экране персонального компьютера и одновременно передаётся по линии связи USB – RS-232 в один из контроллеров видеоблока.

Видеоконтроллер, формируя очередной полукадр видеоизображения, включает полученную от персонального компьютера информацию о гидродинамической добротности в оперативно сформированное изображение графика внутрицикловой скорости.

Тем самым, осуществляя оперативный вывод информации о гидродинамической добротности на экран видеомонитора. В дальнейшем, в результате детального анализа видеозаписи, будут даны рекомендации по коррекции техники плавания тренеру и спортсмену на основании оперативных данных видеосъёмки, внутрицикловой скорости и гидродинамической добротности.

На рисунке 6 представлен пример стоп-кадра подводной видеосъёмки с монитора измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) с модифицированным видеоблоком.

Стоп-кадр условно разделяется (по вертикали) на две части. Верхняя часть кадра отдана для изображения пловца. Нижняя часть кадра является полем для вывода графической и цифровой информации, оперативно отображающей выполнение пловцом плавательного задания. Величина гидродинамической добротности отражает качество выполняемых пловцом тренировочных упражнений и соревновательной деятельности. Оперативная

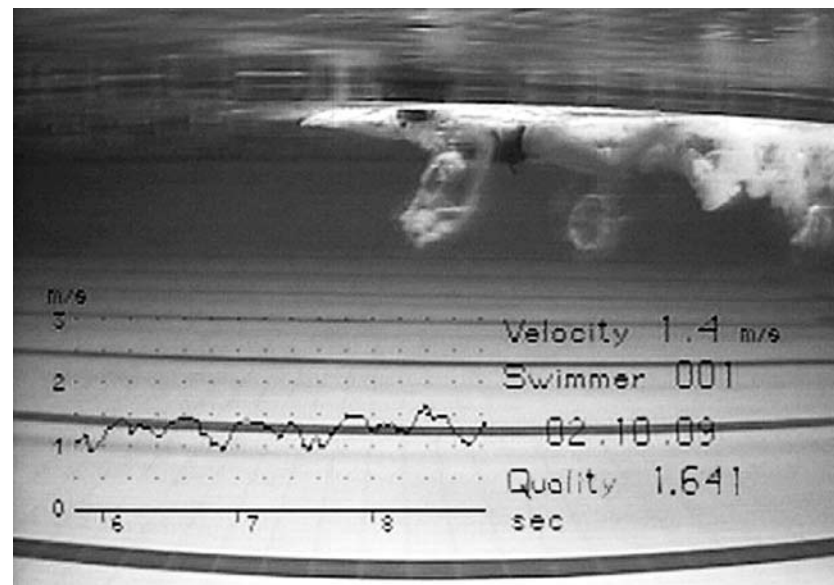


Рисунок 6. Стоп-кадр подводной видеосъёмки. Стиль плавания – кроль.
Quality – «текущее» значение гидродинамической добротности

оценка техники плавания в основном, производится путём анализа ошибок спортсмена в плавательном задании. В этом анализе рассматриваются фазовые соотношения между изображением пловца на последовательных стоп-кадрах видеозаписи и величиной, динамикой, внутрицикловой скорости и гидродинамической добротности.

Обобщая результаты проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- по результатам работ, изложенных в разделах 1 и 2 данных исследований, разработаны и сформулированы технические требования к модернизации видеоблока измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме);

- разработан модернизированный видеоблок для измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях с одновременной регистрацией внутрицикловых колебаний скорости перемещения объекта в подводной части и подводной видеосъемкой и «коэффициента гидродинамической добротности»;
- измерительный комплекс для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) с модернизированным видеоблоком реализует новый методологический подход к количественной оценке техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании на основе анализа внутрицикловой скорости общего центра масс тела спортсмена на основе использования «гидродинамической добротности» для количественной оценке эффективности техники плавания и является объективной предпосылкой для разработки методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения.

4. РАЗРАБОТКА И ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДИКИ СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ

Аппаратурной основой методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники выполнения упражнения является измерительный комплекс для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) с модернизированным видеоблоком и новым программным обеспечением.

При ранее используемой технологии качественной оценки эффективности техники плавания не существовало объективной количественной оценки эффективности техники выполняемых тестовых упражнений, что обычно приводило к разногласиям между спортсменом, тренером и специалистами.

Критериям оценки являлись видеоматериалы, субъективная оценка техники и показания ручного хронометража.

Модernизированный измерительный комплекс реализует новый методологический подход к количественной оценке техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании на основе анализа внутрицикловой скорости общего центра масс тела спортсмена и использования «гидродинамической добротности» для количественной оценки эффективности техники плавания.

Разработка методики использования данного комплекса проводилась во время проведения учебно-тренировочного сбора

сборной России по плаванию (основной и юношеский состав) на УТБ «Озеро Круглое» совместно с комплексной научной группой сборной команды России по плаванию.

Переданные во временное пользование программное обеспечение и модифицированный видеоблок после соответствующего обучения сотрудников комплексной научной группы использовались в конкретном /реальном тренировочном процессе.

Состав модернизированного измерительного комплекса представлен на рисунке 7.

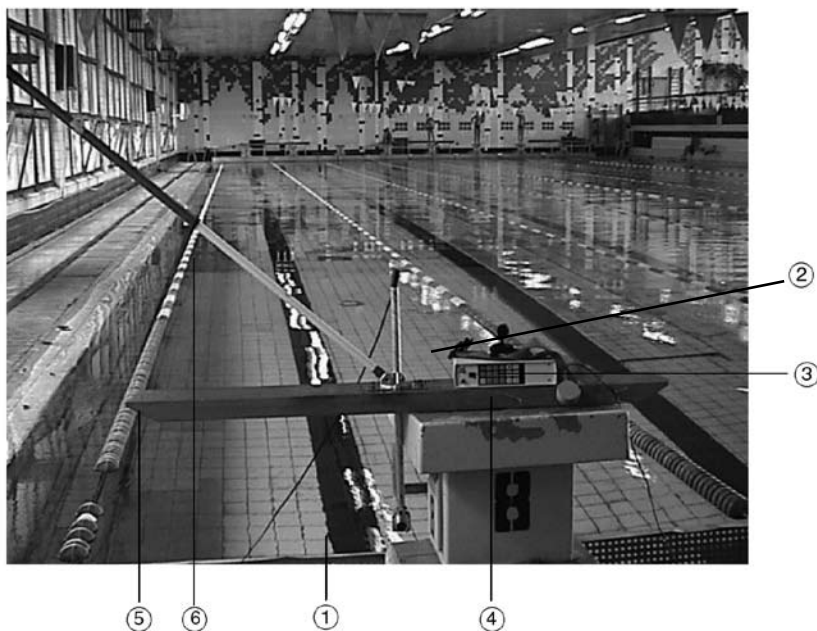


Рисунок 7. Модернизированный измерительный комплекс для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях разработанный на основе анализа внутрицикловой скорости общего центра масс тела спортсмена и использования «гидродинамической добротности» для количественной оценке эффективности техники плавания

В состав данного комплекса входит:

1. Цифровая видеокамера.
2. Пояс пловца с гидроакустическим ультразвуковым излучателем.
3. Модернизированный видеопроцессорный блок обработки видеосигнала совмещенный в одном корпусе с гидроакустическим приемником.
4. Гидрофон с кабелем подключения.
5. Подвижная плавающая платформа с цифровой подводной видеокамерой.
6. Ручка-штатив для перемещения подвижной плавающей платформы.

Модернизированный измерительный комплекс работает со своим персональным компьютером (ноутбук).

Подготовка модернизированного измерительного комплекса к работе производится следующим образом.

Подвижная плавающая платформа (5) устанавливается на воде, в непосредственной близости от бортика бассейна. Кабель, соединяющий подводную видеокамеру (1) с блоком видеопроцессора (3), опускается в воду вдоль бортика.

Блок видеопроцессора (3) располагается на бортике бассейна. К нему подключается цифровая видеокамера (1), используемая в качестве видеоманитрона, и кабель гидрофона (4).

Гидрофон (4) опускается в воду на глубину 30-40 сантиметров на дорожке, где спортсмен будет выполнять плавательное задание и направлен на встречу движения пловца. Персональный компьютер подключается к блоку видеопроцессора (3) через кабель USB.

Пловец закрепляет пояс с гидроакустическим излучателем (2) в области пояса таким образом, чтобы гидроакустический ультразвуковой излучатель был направлен в сторону движения. При защелкивании ремня загорается светодиод. Если светодиод не загорелся, проверить правильность надевания ремня.

Подвижная плавающая платформа с цифровой подводной видеокамерой (5) располагается параллельно направлению движения пловца.

Перед выполнением упражнения оператор вносит спортсмена в базу данных или находит его (спортсмена) в базе данных, пользуясь окном интерфейса разработанной программы.

По готовности спортсмена включается на запись цифровая видеокамера (1) кнопкой «Начать запись».

Спортсмен начинает выполнение плавательного задания, а помощник оператора перемещает подводную камеру (5), укрепленную на плавающей платформе, на траверзе плывущего спортсмена.

Оператор контролирует получаемое изображение от подводной камеры (5) при помощи видеомонитора расположенного на видеокамере (1).

В функции оператора входит также пуск на персональном компьютере программы захвата цифровых данных о внутрицикловой скорости (кнопка «Начать запись»), передаваемой блоком видеопроцессора (3) по шнуру USB.

По окончании плавательного задания оператор останавливает видеозапись и программу захвата скорости в персональном компьютере нажатием кнопки «Остановить».

После этого на экране автоматически появляется график внутрицикловой скорости за время проведенного упражнения.

Для нахождения усредненных значений максимальной и минимальной внутрицикловых скоростей движения спортсмена и коэффициента гидродинамической добротности оператор выбирает участки на графике внутрицикловой скорости движения пловца.

Разработанное программное обеспечение выводит на видеомонитор изображение пловца, снятого подводной видеокамерой, динамику внутрицикловой скорости движения спортсмена и «текущее» значение гидродинамической добротности (Quality) (рисунок 8).

Это дает возможность оценивать эффективность технических действий пловца не только визуально, но и используя объективную количественную характеристику.

Оценка эффективности техники плавания спортсменов проводится в следующих элементах соревновательной деятельности спортсменов:

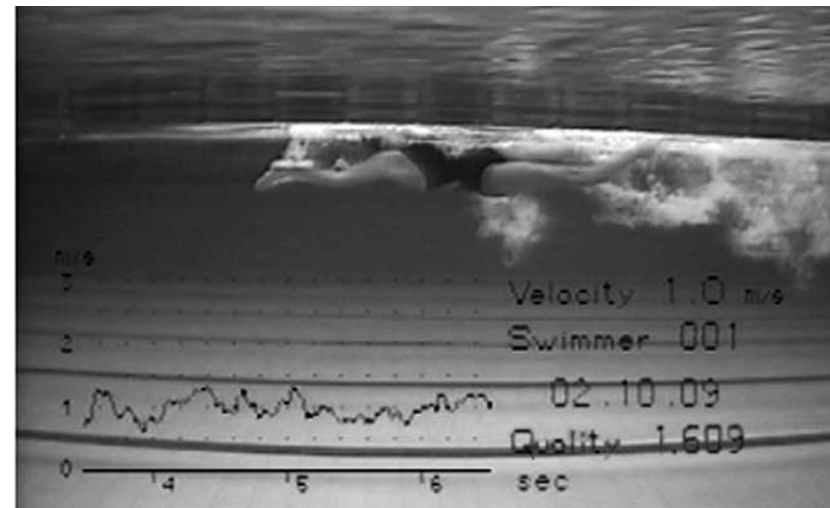


Рисунок 8. Стоп-кадр на видеомониторе модифицированного измерительного комплекса. Стиль плавания – кроль на спине. Quality – «текущее» значение гидродинамической добротности

- Старт с проплывом 15-ти метрового отрезка дистанции.
- Дистанционное плавание или плавание с прохождением стационарного участка.
- Прохождение поворотов.
- Финиширование.

4.1. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания при выполнении старта с проплывом 15-ти метрового отрезка дистанции

Упражнение «Старт с проплывом 15-ти метрового отрезка дистанции» включает в себя надводную и подводную части.

Надводная часть состоит из следующих фаз:

- исходное положение, уход со стартовой тумбы;
- фаза полета.

Граничными пространственно – временными точками фазы полета является момент отрыва стоп от переднего края стартовой тумбы (для стиля кроль на спине – отрыв стоп от стартового щита или от бортика бассейна) до момента входа в воду.

Подводная часть стартового упражнения состоит из фазы скольжения и фазы выхода.

Подводная часть стартового упражнения имеет свои особенности для каждого стиля плавания. Это обусловлено биомеханикой и кинематикой стиля.

Фаза выхода начинается от момента начала первого гребка и заканчивается моментом пересечения 15-тиметровой отметки.

Модифицированный измерительный комплекс позволяет проводить количественную оценку эффективности техники плавания только в подводной части данного упражнения одновременно с подводной и надводной видеосъемкой.

Спортсмен располагается на стартовой тумбе для выполнения упражнения. Исследователь – оператор располагается с плавательной платформой с видеокамерами в зоне точки входа спортсмена в воду.

При этом предварительно подбираются углы обзора видеокамер по видео монитору на видеозаписывающем устройстве.

На видео блоке выбрать переключателем гидрофон на противоположной движению пловца стороне бассейна и включить гидрофон.

На компьютере установить время захвата значений внутрицикловой скорости. Это время определяется длительностью выполнения упражнения (7 – 10 с).

По команде оператора спортсмен выполняет старт.

В фазе полета оператор нажимает кнопку «Начать запись» на компьютере и начинает перемещаться с платформой по бортику по ходу движения пловца до прохождения пловцом отметки 15 м.

После прохождения отметки 15 метров оператор останавливает работу видеокамер и нажимает кнопку «Остановить» на компьютере.

Для сохранения данных, полученных в проведенном упражнении, следует нажать кнопку «Экспорт».

Пример обработанных результатов приведен на рисунке 9 и в таблице 1.



Рисунок 9. Динамика внутрицикловой скорости движения пловца при выполнении упражнения «Старт с проплывом 15 метров». Номера 1-8 – плавательные циклы, выделенные с помощью видеосъемки

Анализ результатов выполнения упражнения «Старт с проплывом 15 м» показал следующее.

В подводной части старта, после выполнения дельфинообразного «удара» ногами наблюдается запоздалое движение рук и ног, что приводит к снижению внутрицикловой скорости до 0,14 м\с.

Цикл 1 – пиковая скорость «входа» в воду (3,46 м\с),

Цикл 2 – первая фаза «скольжения» проходит на скорости 2,56-1,33м\с.

Цикл 3 – выполняется гребок руками сопровождающий дельфинообразным «ударом» ногами при этом скорость плавания находится в пределах 2,12-1,33м\с.

Цикл 4 – вторая фаза «скольжения» – 1,33-0,97м\с.

Цикл 5 – спортсменка выполняет «вынос» рук с одновременным подтягиванием ног в тазобедренном суставе и при «проносе» рук вперед выполняется «удар» ногами. В данной позиции

4. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля

наблюдается самое большое западение скорости ($0,14\text{ м}\backslash\text{с}$). Однако это не является рациональным движением, т.к. западение скорости внутри циклов в дистанционном плавании для данной спортсменки составляет в среднем $0,59\pm 0,05\text{ м}\backslash\text{с}$. Необходимо выполнять подтягивание ног когда плечи рук при «выносе» приняли перпендикулярное положение по отношению к туловищу и выпрямляя руки вперед выполнять «удар» ногами.

Циклы 6, 7, 8 – циклы плавания.

Таблица 1. Оценка эффективности техники плавания при выполнении старта с последующим проплыванием 15 м-го отрезка

	1	2	3	4	5	6	7	8
Средняя скорость, м/с	3,08 $\pm 0,33$	1,54 $\pm 0,27$	1,72 $\pm 0,23$	1,06 $\pm 0,12$	0,53 $\pm 0,25$	1,18 $\pm 0,25$	1,18 $\pm 0,35$	1,21 $\pm 0,35$
Максимальная ск-ть, м/с	3,46	2,56	2,12	1,33	0,97	1,73	1,76	1,8
Минимальная ск-ть, м/с	2,56	1,33	1,33	0,97	0,14	0,65	0,58	0,54
Добротность	2,21	1,37	1,65	2,13	1,02	1,16	1,12	1,1

В пуско-наладочных испытаниях приняли участие 14 спортсменов.

4.2. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники дистанционного плавания или плавания с прохождением стационарного участка

Интенсивность выполнения упражнения «Дистанционное плавание» зависит от специализации спортсмена (спринтер, средневик, стаей) и поставленной тренером двигательной задачи на данный период подготовки (базовый, предсоревновательный, соревновательный).

В 50-ти метровом бассейне данное упражнение выполняется на отрезке 30-35 метров, в 25- метровом – 5 -10метров.

4. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля

При выполнении упражнения «Дистанционное плавание» спортсмен находится в воде.

Упражнение обычно выполняется «с толчка», то есть спортсмен начинает выполнять упражнение отталкиваясь от борта бассейна.

Оператор располагается на отметке 15 м на борту бассейна по ходу движения спортсмена.

По команде оператора спортсмен начинает плыть, стараясь развить требуемую для выполнения поставленной перед ним двигательной задачи скорость к отметке 15 м.

В момент пересечения пловцом отметки 15 м оператор включает видео камеры и нажимает кнопку «Начать запись».

Оператор с видеокамерами перемещается по ходу движения пловца до отметки 45 м, что соответствует началу финиша.

Выключение аппаратуры производится нажатием кнопки «Остановить». Для сохранения данных, полученных в проведенном упражнении, следует нажать кнопку «Экспорт».

Для срочного анализа эффективности техники выполнения данного упражнения оператор на графике внутрицикловой скорости движения спортсмена выбирает временной диапазон и выводит на видеомонитор изображение пловца, снятого подводной видеокамерой, динамику внутрицикловой скорости движения спортсмена и «текущее» значение гидродинамической добротности.

На рисунках 10 представлены примеры записи внутрицикловой скорости движения спортсменов при выполнении упражнения «Дистанционная скорость» для различных стилей плавания со значениями внутрицикловых скоростей и гидродинамической добротности.

В пуско-наладочных испытаниях методики оценки и коррекции техники дистанционного плавания или плавания с прохождением стационарного участка приняли участие 28 спортсменов.

В ходе проведения пуско-наладочных испытаний методики в упражнении «Дистанционная скорость» было выявлено, что эффективность технических действий спортсмена, оцениваемая по величине гидродинамической добротности, может меняться в зависимости от средней скорости движения спортсмена.

4. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля

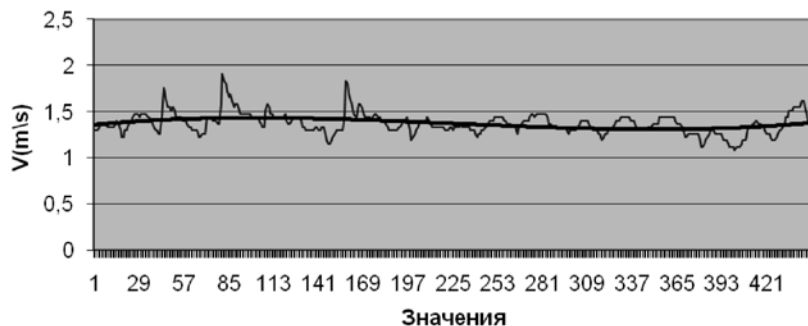


Рисунок 10. Динамика внутрицикловой скорости движения пловца при выполнении упражнения «Дистанционная скорость». Стиль плавания – кроль на спине. Средняя скорость – $1,41 \pm 0,43$ м/с, максимальная скорость – $1,99$ м/с $\pm 0,17$ м/с, минимальная скорость – $0,57 \pm 0,12$ м/с, гидродинамическая добротность – $1,09$

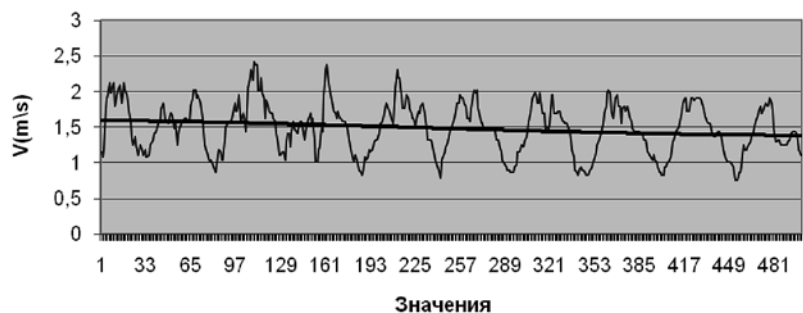


Рисунок 11. Динамика внутрицикловой скорости движения пловца при выполнении упражнения «Дистанционная скорость». Стиль плавания – баттерфляй. Средняя скорость – $1,37 \pm 0,11$ м/с, максимальная скорость – $1,49$ м/с $\pm 0,13$ м/с, минимальная скорость – $1,25 \pm 0,06$ м/с, гидродинамическая добротность – $3,36$

4. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля

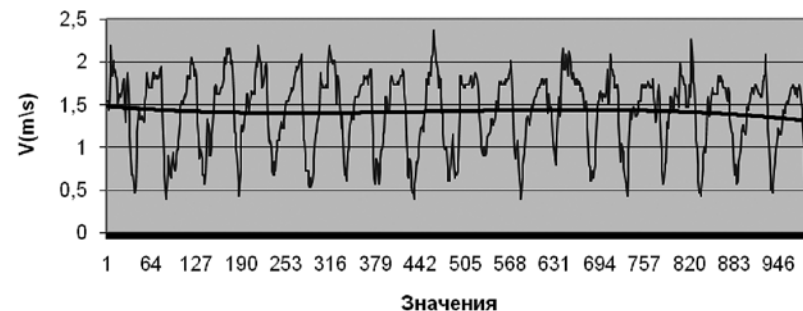


Рисунок 12. Динамика внутрицикловой скорости движения пловца при выполнении упражнения «Дистанционная скорость». Стиль плавания – брасс. Средняя скорость – $1,48 \pm 0,35$ м/с, максимальная скорость – $2,03$ м/с $\pm 0,18$ м/с, минимальная скорость – $0,97 \pm 0,15$ м/с, гидродинамическая добротность – $1,30$

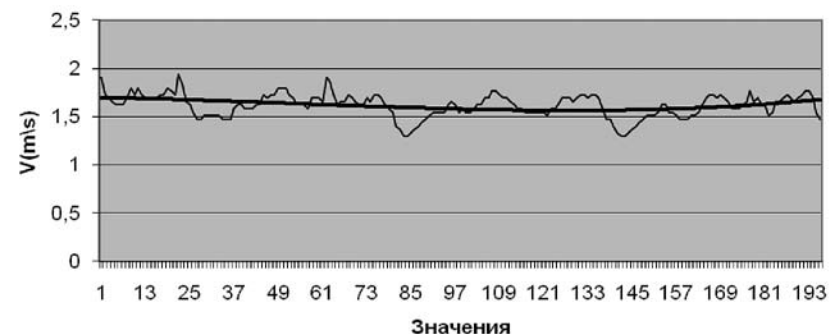


Рисунок 13. Динамика внутрицикловой скорости движения пловца при выполнении упражнения «Дистанционная скорость». Стиль плавания – кроль. Средняя скорость – $1,61 \pm 0,12$ м/с, максимальная скорость – $1,78$ м/с $\pm 0,08$ м/с, минимальная скорость – $1,49 \pm 0,11$ м/с, гидродинамическая добротность – $3,33$

С увеличением средней скорости движения, значения гидродинамической добротности могут снижаться. На наш взгляд, данный факт указывает на нестабильность техники, что снижает экономичность плавания спортсмена и увеличение энергетических затрат.

Это предположение требует проведения дальнейших исследований.

4.3. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания при прохождении поворотов

При выполнении упражнения «Прохождение поворотов» спортсмен располагается в воде на расстоянии 10 м от стенки бассейна.

Оператор располагается на отметке 5 м от бортика бассейна. Перед началом упражнения оператор включает видеокамеры и гидрофон.

По команде оператора спортсмен начинает движение, стараясь набрать максимальную скорость к отметке 5 м. При приближении спортсмена к отметке 5 м оператор нажимает кнопку «Начать запись».

Оператор вместе с видеокамерами перемещается по ходу движения спортсмена. При выполнении пловцом вращения возле борта включается другой гидрофон. Оператор начинает движение в другую от борта сторону.

При прохождении пловцом контрольной отметки 5 м оператор включает запись кнопкой «Остановить».

Для сохранения данных, полученных в проведенном упражнении, следует нажать кнопку «Экспорт».

Для срочного анализа эффективности техники выполнения данного упражнения оператор на графике внутрициклового скорости движения спортсмена выбирает временной диапазон и выводит на видеомонитор изображение пловца, снятого подводной видеокамерой, динамику внутрициклового скорости движения спортсмена и «текущее» значение гидродинамической добротности.

В процессе проведения пуско-наладочных испытаний был проведен модельный эксперимент с участием ведущего спортсме-

на сборной команде России по плаванию, специализирующегося в плавании «Кроль на спине».

Оценивались два варианта техники выполнения поворота в способе плавания на спине, до выхода на первый гребок.

Рассчитывались средние значения средней скорости (V_{sr}) внутрициклового колебаний скорости движения спортсмена, макси-

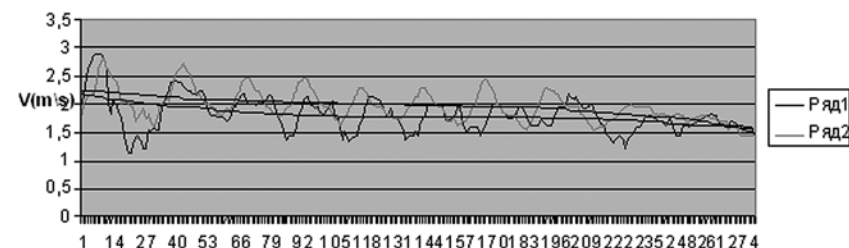


Рисунок 14. Динамика внутрициклового скорости движения пловца при выполнении упражнения «Прохождение поворотов». Стиль плавания – кроль на спине

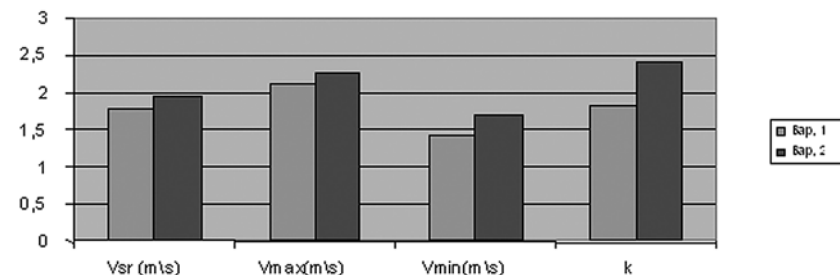


Рисунок 15. Значения средней скорости (V_{sr}) внутрициклового колебаний скорости движения спортсмена, максимальных и минимальных скоростей (V_{max} , V_{min}), коэффициента гидродинамической добротности (k) для двух вариантов техники выполнения поворота при способе плавания «Кроль на спине»

мальных и минимальных скоростей (V_{\max} , V_{\min}), а также коэффициент гидродинамической добротности (κ).

Результаты эксперимента представлены на рисунках 14 и 15.

Анализ представленных результатов показал, что при выполнении поворота с использованием второго варианта техники (Var.2) средняя скорость движения V_{sr} повысилась на 7%, а среднее значение минимальной внутрицикловой скорости V_{\min} увеличилось на 0,27 м\с или на 15,9%. Среднее значение максимальной внутрицикловой скорости V_{\max} также увеличилась на 12,8%.

При этом гидродинамическая добротность при выполнении второго варианта техники увеличилась на 23,7% по сравнению с первым вариантом техники.

В пуско-наладочных испытаниях методики оценки и коррекции техники упражнения «Прохождение поворотов» приняли участие 8 спортсменов.

4.4. Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания при выполнении упражнения «Финиш»

Упражнение «Финиш» обычно проводится после выполнения упражнения «Дистанционная скорость».

Оператор находится на отметке 5 м от бортика бассейна, где будет финишировать спортсмен. Спортсмен находится в воде на отметке 15 м.

По команде оператора спортсмен начинает движение, стараясь набрать максимальную скорость к отметке 5 м.

Порядок действий оператора такой же, как при выполнении упражнения «Прохождение поворотов».

По команде оператора спортсмен начинает движение, стараясь набрать максимальную скорость к отметке 5 м. При приближении спортсмена к отметке 5 м оператор нажимает кнопку «Начать запись».

Оператор вместе с видеокамерами перемещается по ходу движения спортсмена.

При касании пловцом бортика оператор выключает запись кнопкой «Остановить».

Для сохранения данных, полученных в проведенном упражнении, следует нажать кнопку «Экспорт».

Для срочного анализа эффективности техники выполнения данного упражнения оператор на графике внутрицикловой скорости движения спортсмена выбирает временной диапазон и выводит на видеомонитор изображение пловца, снятого подводной видеокамерой, динамику внутрицикловой скорости движения спортсмена и «текущее» значение гидродинамической добротности.

В пуско-наладочных испытаниях методики оценки и коррекции техники выполнения упражнения «Финиш» приняли участие 7 спортсменов. Проведенные пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания на основе использования количественной оценки эффективности техники (коэффициента гидродинамической добротности) при выполнении основных элементов соревновательной деятельности пловцов позволили разработать и сформулировать основные положения этой методики:

- а) Методика срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения предназначена:
 - для повышения эффективности процесса подготовки высококвалифицированных пловцов за счет возможности контролировать технику выполнения упражнения в режиме «он лайн» по видеоизображению, данных о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца и значению коэффициента гидродинамической добротности;
 - для тестирования уровня технической подготовленности спортсменов при проведении этапных и текущих обследований;

- для разработки модельных характеристик техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений в спортивном плавании.
- б) Методика срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения базируется на использовании измерительного комплекса для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) с модернизированным видеоблоком и новым программным обеспечением.
- в) Общие положения методики работы измерительного комплекса предусматривают следующую последовательность выполнения операций подготовки измерительного комплекса к проведению измерений:
- установить гидрофоны на противоположных сторонах бассейна в том месте плавательной дорожки, где выполняется исследуемое упражнение, на расстоянии от края бассейна не менее 2.20 м;
 - собрать подвижную платформу с подводной и надводной видеокамерами;
 - подключить гидрофоны и видеокамеры к модифицированному видеопроцессорному блоку;
 - подключить видеозаписывающие устройства к модифицированному видеоблоку;
 - подключить видеопроцессорный блок через порт USB к персональному компьютеру;
 - включить видеозаписывающие устройства;
 - включить модифицированный видеоблок;
 - запустить программное обеспечение на ПК;
 - подогнать размер пояса с ультразвуковым передатчиком под пловца и надеть его на область поясницы. При защелкивании ремня загорается светодиод. Если светоди-

од не загорелся, проверить правильность надевания ремня. Излучатель необходимо располагать так, что бы он был направлен по ходу движения пловца.

Работа с диалоговым окном « Ввод данных об участниках тестирования».

После запуска программного обеспечения на компьютере отображается окно « Ввод данных об участниках тестирования».

Для удобства поиска по списку существуют два варианта «сортировки» участников тестирования –по фамилии спортсмена и по фамилии тренера (переключатель 2).

Данные на нового участника вводятся в поле 7. Затем следует нажать кнопку 6 «Добавить» и данные нового участника появятся в списке 1.

При однократном «щелчке» по фамилии спортсмена в поле 3 «Проведенные тесты» появляются результаты ранее проведенных измерений.

Чтобы просмотреть результаты необходимо дважды щелкнуть «мышкой» по дате измерения в поле 3.

Для начала нового измерения необходимо дважды щелкнуть мышкой по фамилии спортсмена в списке 1. На экране откроется окно «Эксперимент».

Работа с диалоговым окном «Эксперимент»

Для начала работы необходимо выбрать стиль плавания кнопка 5. **ВНИМАНИЕ!** Только после установки стиля плавания измерительный комплекс будет работать на запись данных.

Перед началом записи необходимо убедиться в правильной работе системы гидроакустики и связи с видеоблоком.

Если система работает правильно, то в поле 14 появится надпись «готов к записи». В поле 1 должны появиться имя и фамилия спортсмена.

Для начала записи данных необходимо нажать кнопку 7 «Начать запись». При этом помощник оператора начинает движение

с подвижной платформой с подводной и надводной видеокамерами по ходу движения спортсмена.

Во время записи в поле 1 появляется «двигающийся» график внутрицикловой скорости, в полях 3 и 4 отображаются значения мгновенной и средней внутрицикловой скорости соответственно, в поле 6 отображается значение текущей гидродинамической добротности, в полях 13 отображаются значения максимальной и минимальной внутрицикловой скорости за цикл.

Текущее значение гидродинамической добротности и график внутрицикловой скорости выводятся на экран монитора совместно с видеоизображениями, полученными с цифровых видеокамер.

После завершения выполнения упражнения запись останавливается нажатием на кнопку 8 «остановить».

После остановки записи в окне 15 появится график внутрицикловой скорости спортсмена за все время записи/эксперимента.

При срочном анализе эффективности техники, нахождения усредненных значений внутрицикловой скорости и гидродинамической добротности необходимо выделить на кривой внутрицикловой скорости участок для дальнейшего анализа.

Выделение осуществляется однократным нажатием на левую кнопку мышки вначале на левой границе диапазона, затем на правой.

После первого нажатия на левой границе выделяемого диапазона появится область, выделенная зеленым цветом. В выделенную зону должны попадать не менее 3-х циклов.

После выделения диапазона активируется кнопка «Обработать».

При нажатии кнопки «Обработать» открывается диалоговое окно «Запись/обработка скорости и гидродинамической добротности».

Работа с окном «Запись/обработка скорости и гидродинамической добротности».

В поле 1 окна «Запись/обработка скорости и гидродинамической добротности» отображается выделенный ранее участок графика внутрицикловой скорости с нанесенными на нем значениями средней внутрицикловой скорости, усредненными за выделенное количество циклов значениями максимальной и минимальной внутрицикловых скоростей.

Мгновенное значение внутрицикловой скорости отображается в поле 2 при наведении курсора «мышки» на график внутрицикловой скорости в поле 1.

Усредненные за выбранное количество циклов значения максимальной, средней и минимальной внутрицикловых скоростей, а также коэффициента гидродинамической добротности отображаются в полях 3.

При необходимости сохранить значения этого измерения в отдельном файле следует нажать на кнопку 4 «Экспорт». Файл в формате Exel размещается в папке «Export» основной программы. Название файла состоит из фамилии, имени спортсмена и даты измерения.

Окно «Запись/обработка скорости и гидродинамической добротности» закрывается нажатием кнопки 5 «ОК» и программа возвращается к окну «Эксперимент».

Для выхода из окна «Эксперимент» следует нажать кнопку 9 «Сохранить». После сохранения данных окно «Эксперимент» закрывается и открывается окно «Ввод данных об участниках тестирования».

Завершение работы с методикой происходит при нажатии кнопки 5 «Выход» в окне «Ввод данных об участниках тестирования».

Резюмируя изложенные в этом разделе материалы можно сказать следующее:

- разработана методика срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники – старт с проплывом 15-ти метрового отрезка дистанции, дистанционное плавание или плавание с прохождением стационарного участка,хождение поворотов, финиширование;
- проведены пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники плавания в условиях учебно-тренировочного сбора сборной команды России по плаванию.

**5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ СРОЧНОГО
КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ
В РЕАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ
И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ
ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ
ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ В ТРЕНИРОВКЕ
ПЛОВЦОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**5.1. Гидродинамическая добротность – объективная
характеристика эффективности техники плавания
в реальных соревновательных и тренировочных
упражнениях**

Моделирование процесса плавания – это чрезвычайно сложная теоретическая задача, поскольку, в отличие от сил гидродинамического сопротивления, действующих на объект постоянной формы, силы гидродинамического сопротивления, действующие на пловца, постоянно меняются во времени, поскольку зависят от положения тела пловца, его рук и ног.

Можно предположить, что силы гидродинамического сопротивления состоят из нескольких частей – в частности, силы лобового сопротивления, которая нелинейно зависит от скорости, а также сил вязкого трения, так же, нелинейно зависящих от скорости, и сил волнового сопротивления. Часть энергии пловца расходуется не на то, чтобы продвигать его в вязкой среде, а на то, чтобы разгонять некоторую массу воды – эти траты также являются «непроизводительными», хотя и неизбежными.

Таким образом, процесс плавания может быть представлен как сложный нелинейный колебательный процесс, с периодической вынуждающей силой и нелинейным затуханием.

Это дает возможность привлечь и использовать для анализа движения спортсмена математический аппарат теории колебаний, в частности принцип суперпозиции.

Именно принцип суперпозиции и дает возможность рассматривать теорию колебаний в применении к биомеханике плавания, а именно: и силы сопротивления, и пропульсивные силы можно разложить на несколько составляющих, каждая из которых является квазипериодической функцией.

Одной из главных характеристик осциллирующей системы, описывающих энергетику процесса, является величина, называемая добротностью.

Численно добротность представляет собой умноженное на 2π отношение запасенной в системе энергии к величине энергии, теряемой за один период колебаний.

Для определения добротности исследуемого нами квазипериодического процесса мы можем воспользоваться вышеприведенным определением добротности колебательной системы как отношение запасенной в системе энергии к энергии, рассеиваемой за один период колебаний (не учитывая постоянный множитель 2π). Полученную характеристику мы назвали «коэффициентом гидродинамической добротности» (КГД) или «гидродинамической добротностью». При этом, чем больше энергетические потери в системе, тем меньше добротность.

Так как энергия однозначно связана с квадратом скорости перемещения, в нашем случае добротность будет равна:

$$K = V_{\max}^2 / (V_{\max}^2 - V_{\min}^2)$$

где:

V_{\max} , м/с — максимальное значение ВКЦС в одном цикле плавания;
 V_{\min} , м/с — минимальное значение ВКЦС в одном цикле плавания.

Полученную характеристику мы назвали «коэффициентом гидродинамической добротности» (КГД) или «гидродинамической добротностью».

Экспериментально выявлено, что значение гидродинамической добротности в большей степени зависит от различия между макси-

мальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения спортсмена, чем от средней скорости движения пловца.

Большее значение добротности при меньших различиях между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения общего центра масс тела спортсмена подтверждает мнение многих ученых и исследователей, что чем меньше разница между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения ОЦМТС, тем эффективней техника плавания спортсмена.

Гидродинамическая добротность может быть использована как количественная оценка эффективности техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений при анализе и коррекции техники плавания.

5.2. Измерительный комплекс для срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники плавания со специальным программным обеспечением

Аппаратурной основой методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники выполнения упражнения является измерительный комплекс для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) с модернизированным видеоблоком и новым программным обеспечением.

При ранее используемой технологии качественной оценки эффективности техники плавания не существовало объективной количественной оценки эффективности техники выполняемых тестовых упражнений, что обычно приводило к разногласиям между спортсменом, тренером и специалистами.

Критериями оценки являлись видеоматериалы, субъективная оценки техники и показания ручного хронометража.

На экране монитора измерительного комплекса для оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания спортсмена одновременно отображались видеоизображение пловца и кривая изменения внутрицикловой скорости движения спортсмена (Рисунок 16).

Модернизированный измерительный комплекс реализует новый методологический подход к количественной оценке техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения

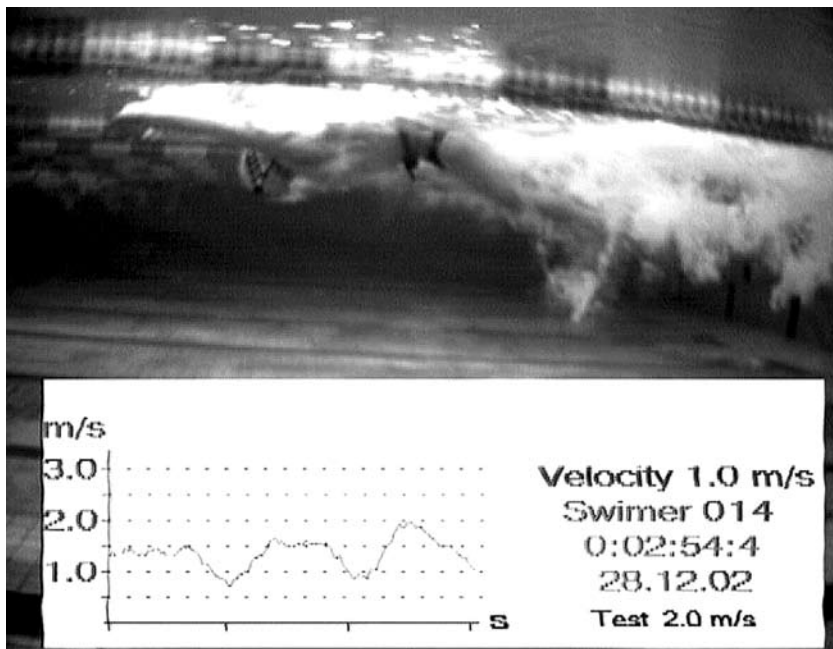


Рисунок 16. Изображения на экране монитора измерительного комплекса для оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания (не модифицированный вариант).
Стиль плавания – баттерфляй

в плавании на основе анализа внутрицикловой скорости общего центра масс тела спортсмена и использования «гидродинамической добротности» для количественной оценки эффективности техники плавания.

При использовании модернизированного измерительного комплекса на экран видеомонитора выводятся изображение пловца при выполнении тестового упражнения, кривая внутрицикловой скорости движения спортсмена и текущее значение гидродинамической добротности (Рисунок 17).

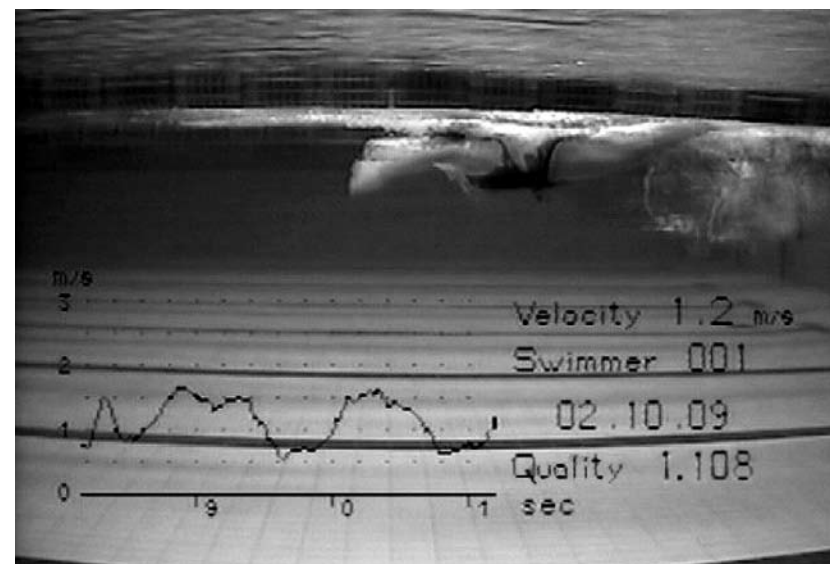


Рисунок 17. Изображения на экране монитора модифицированного измерительного комплекса для оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания.
Стиль плавания – баттерфляй. Quality – «текущее» значение гидродинамической добротности

Специально разработанное программное обеспечение решает следующие задачи:

- обработка информации о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца и вычисления текущего значения гидродинамической добротности в процессе выполнения упражнения;
- вывод значений гидродинамической добротности в числовом виде на экран монитора персонального компьютера совместно с графиком внутрицикловой скорости и текущими значениями средней скорости перемещения;
- хранение полученной информации в базе данных в следующем виде — текущие значения внутрицикловой скорости перемещения пловца, усредненное за эксперимент (количество циклов) значение гидродинамической добротности, среднее квадратичное отклонение гидродинамической добротности за эксперимент/количество циклов;
- вывод информации из базы данных для последующей обработки и анализа.

Программа осуществляет хранение записанных данных в формате MS Access с выборочным экспортом в файлы MS Excel, что обеспечивает неограниченные возможности для подведения итоговых результатов как командных сборов, так и личного роста технической подготовленности спортсмена на протяжении всего сезона.

Разработанное программное обеспечение:

- в значительной степени ускоряет процесс обработки данных о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца в процессе выполнения соревновательного или тренировочного упражнения;
- представляет текущие значения мгновенной и средней внутрицикловой скорости движения пловца и коэффициента гидродинамической добротности совместно с видеоизображением спортсмена (Рисунок 17), что дает возможность тренеру и исследователю контролировать эффективность технических действий пловца практически в режиме «он

лайн», и на основе полученных данных корректировать технику выполнения упражнения;

- сохраняет значения измеренных характеристик выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в базе данных с возможностью последующего анализа;
- анализировать эффективность техники выполнения упражнения на различных временных отрезках.

Подробно порядок работы с измерительным комплексом для срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники плавания со специальным программным обеспечением описан в разделе 4 «Разработка и пуско-наладочные испытания методики срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники».

5.3. Практические рекомендации по работе с модернизированным измерительным комплексом для срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки техники плавания

Оценку эффективности техники плавания спортсменов целесообразно проводить в следующих элементах соревновательной деятельности спортсменов:

- а) Старт с проплывом 15-ти метрового отрезка дистанции;
- б) Дистанционное плавание или плавание с прохождением стационарного участка;
- в) Прохождение поворотов;
- г) Финиширование.

Оценку эффективности техники плавания высококвалифицированных спортсменов во всех вышеперечисленных упражнениях желательно выполнять на всех периодах подготовки.

В то же время в базовом периоде подготовки большее внимание целесообразно уделять оценке эффективности и коррекции техники дистанционного плавания и выполнения поворотов.

В предсоревновательном периоде подготовки желательно отдавать предпочтение оценке и коррекции техники дистанционного плавания, выполнения поворотов и старта.

В соревновательный период рекомендуется контролировать технику выполнения старта, поворотов и финиша.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирование процесса плавания является чрезвычайно сложной теоретической задачей, поскольку, в отличие от сил гидродинамического сопротивления, действующих на объект постоянной формы, силы гидродинамического сопротивления, действующие на пловца, постоянно меняются во времени, поскольку зависят от положения тела пловца, его рук и ног. Можно предположить, что силы гидродинамического сопротивления состоят из нескольких частей – в частности, силы лобового сопротивления, которая нелинейно зависит от скорости, а также сил вязкого трения, опять-таки, нелинейно зависящих от скорости, и сил волнового сопротивления. Часть энергии пловца расходуется не на то, чтобы продвигать его в вязкой среде, а на то, чтобы разгонять некоторую массу воды – эти траты также являются «непроизводительными», хотя и неизбежными. Таким образом, процесс плавания может быть представлен как сложный нелинейный колебательный процесс, с периодической вынуждающей силой и нелинейным затуханием. Это дает возможность привлечь для анализа движения спортсмена математический аппарат теории колебаний.

Использование некоторых положений теории колебаний, в частности принцип суперпозиции. Именно принцип суперпозиции и дает возможность рассматривать теорию колебаний в применении к биомеханике плавания, а именно: и силы сопротивления, и пропульсивные силы можно разложить на несколько составляющих, каждая из которых является квазипериодической функцией.

Для характеристики осциллирующей системы часто применяется величина называемая добротностью. Она представляет собой умноженное на 2ρ отношение запасенной в системе энергии к величине энергии, теряемой за один период колебаний. Для определения добротности исследуемого нами квазипериодического процесса мы можем воспользоваться вышеприведенным

определением добротности колебательной системы как отношение запасенной в системе энергии к энергии, рассеиваемой за один период колебаний (не учитывая постоянный множитель). Полученную характеристику мы назвали «коэффициентом гидродинамической добротности» (КГД) или «гидродинамической добротностью». При этом, чем больше энергетические потери в системе, тем меньше добротность.

Установлено, что значение гидродинамической добротности в большей степени зависит от различия между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения ОЦМТС, чем от средней скорости движения пловца. То есть, большее значение средней скорости перемещения пловца не означает высокую эффективность его техники. Тогда большее значение добротности при меньших различиях между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения ОЦМТС подтверждает мнение многих ученых и исследователей, что чем меньше разница между максимальной и минимальной внутрицикловыми скоростями движения ОЦМТС, тем эффективней техника плавания спортсмена.

Разработанное программное обеспечение в значительной степени ускоряет процесс обработки данных о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца в процессе выполнения соревновательного или тренировочного упражнения и ее составляющих, представляет текущие значения коэффициента гидродинамической добротности, динамику внутри цикловой скорости и видеоизображение пловца на экране видеомонитора, что дает возможность тренеру и исследователю контролировать эффективность технических действий пловца практически в режиме «он лайн», и на основе полученных данных корректировать технику выполнения упражнения.

Измерительный комплекс для срочного контроля техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях (оценки техники плавания и регистрации внутрицикловых колебаний скорости плавания в автономном режиме) с модернизированным видеоблоком реализует новый методологический подход

к количественной оценке техники выполнения соревновательного или тренировочного упражнения в плавании на основе анализа внутрицикловой скорости общего центра масс тела спортсмена на основе использования «гидродинамической добротности» для количественной оценки эффективности техники плавания.

Разработанная и экспериментально апробированная методика срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения предназначена:

- для повышения эффективности процесса подготовки высококвалифицированных пловцов за счет возможности контролировать технику выполнения упражнения в режиме «он лайн» по видеоизображению, данных о динамике внутрицикловой скорости перемещения пловца и значению коэффициента гидродинамической добротности;
- для тестирования уровня технической подготовленности спортсменов при проведении этапных и текущих обследований;
- для разработки модельных характеристик техники выполнения соревновательных и тренировочных упражнений в спортивном плавании.

Разработанная методика срочного контроля и коррекции техники плавания в реальных соревновательных и тренировочных упражнениях на основе использования количественной оценки эффективности техники выполнения упражнения и методические рекомендации по ее применению в процессе подготовки высококвалифицированных пловцов использовались в тренировке пловцов — членов сборной команды России на УТБ «Озеро Круглое» при подготовке к этапам Кубка мира по плаванию 2009 года.

Методику срочного контроля и коррекции техники плавания, а также методические рекомендации по ее применению планируется использовать в процессе подготовки сборной команды России к Олимпийским Играм 2012 года в Лондоне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аикин, В.А. Общие закономерности дифференцированного обучения биомеханическим элементам техники плавания в возрасте 7 – 17 лет: Автореф. дис. д-ра пед. наук. – Омск, 1997. – 47 с.
2. Булгакова, Н.Ж. Плавание. – М., Физкультура и спорт, 1999. – 184 с.
3. Вайцеховский, С.М., Сайгин М.И., Липский Е.В. О взаимосвязи силовой и технико-тактической подготовки пловцов // Теория и практика физической культуры. – 1985. – №3 – С. 5 – 7.
4. Вайцеховский, С.М. Силовая подготовка пловца в воде. // Плавание, 1982: Сб. – М., 1982. – Вып. 2. – С.13 – 21.
5. Верхошанский, Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса. – М., ФиС, 1985 – 176 с.
6. Волков, Н.И., Гордон С.М., Ширковец Е.А. Кислородный запрос и энергетическая стоимость плавания кролем и брассом на разных дистанциях. // Теория и практика физической культуры. – 1969. – №7. – С. 27 – 32.
7. Гринев, В.Т. Экспериментальное исследование эффективности гребка, методики и совершенствования техники спортивного плавания: Автореф. дис. канд. пед. наук – М. 1979. – 22 с.
8. Гордон, С.М. Техника спортивного плавания. – М., ФиС, 1968. – 199 с.
9. Гордон, С.М. Тренировка в циклических видах спорта на основе закономерных соотношений между тренировочными упражнениями и их эффектом: автореф. дис. док. пед. наук. – М., 1989. – 48 с.
10. Гордон, С. М. Спортивная тренировка: научно-методическое пособие. – М., Физическая культура, 2008. – 256 с.
11. Гужаловский, А.А., Фомиченко Б.М. Уровень развития физических качеств и результативности в плавании кролистов – спринтеров // Теория и практика физической культуры. – 1974. – №7. – С. 5 – 8.
12. Дышко, Б.А. Электромеханические аналогии при функциональном анализе эквивалентных биомеханических характеристик мышечно-сухожильных структур голеностопного сустава человека // Теория и практика физической культуры. – 1989. – №5. – с.52 – 56.
13. Дышко, Б.А., Фарбер Б.С. Оценка упруговязких свойств голеностопного сочленения.// Протезирование и протезостроение: М., ЦНИИП., – вып.91. – с.61 – 67.
14. Дышко, Б.А. Биомеханическое тестирование спортивной обуви и искусственных покрытий. дисс. докт. биол. наук. – М., Центральный НИИ протезирования и протезостроения, 1996, 196 с.
15. Зациорский, В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М., ФиС, 1969. – 198 с.
16. Зациорский, В.М., Алешинский С.Ю., Якунин Н.А. Биомеханические основы выносливости. – М., ФиС, 1982. – 206 с.
17. Койгеров, С.В., Фохт А.М. Комплексная оценка технического мастерства пловцов высших разрядов. В кн. Совершенствование методов и средств физического воспитания и спортивной тренировки. ГДОИФК им. Лесгафта, Л., 1979, с. 45-46.
18. Койгеров, С.В. Повышение уровня технической подготовки пловцов высших разрядов на основе применения средств оперативного контроля: Автореф. дис. канд. пед. наук. – Лен-д. 1982. – 24 с.
19. Койгеров, С.В., Молинский К.Н., Укстин А.В. Средства оперативного контроля за спортивно-технической подготовкой высококвалифицированных пловцов. Теория и практика физической культуры. М. – №7 – с.7-9.1984.
20. Колмогоров, С.В., Турецкий Г.Г., Койгеров С.В., Румянцева О.А. Гидродинамические характеристики элитных пловцов на различных этапах подготовки/Теория и практика физической культуры. – 1991. – №12. – с.21 – 29

21. Колмогоров, С.В. Энергообеспечение и биомеханика плавания человека в экстремальных условиях спортивной деятельности: Автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. – Архангельск, 1996. – 61 с.
22. Красильников, В.Л. Управление техническим мастерством юных пловцов на основе применения тренажерных устройств: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Омск, 1985. – 21 с.
23. Куинсилмен, Дж. Е. Наука о плавании. – М. ФиС, 1972. – 429 с.
24. Куинсилмен, Дж. Е. Спортивное плавание. – М, ФиС, 1982. – 208 с.
25. Макаренко, Л.П. Техническое мастерство пловца. – М., Физкультура и спорт, 1975. – 224 с.
26. Мамонтов, Д. «Крылья, ноги... Главное – ласты! Объективный сравнительный тест ласт для дайвинга»// Потребитель. Все для спорта и отдыха. – №30'2004. С. 52 – 56.
27. Макаров, А. Бег на средние и длинные дистанции. – М., ФиС, 1973. – 235 с.
28. Мироненко, Е.Н. Повышение эффективности гребковых движений в спортивном плавании на основе дифференцированного применения упражнений скоростной и координационной направленности на этапе базовой подготовки. дис. на соиск. учен. степ. канд. пед. наук. – Омск, 2003, 195 с.
29. Мосунов, Д.Ф. Номограмма соотношений основных параметров техники спортивного плавания // Теория и практика физической культуры. – 1979. – №10. – С. 13 – 14.
30. Оноприенко, Б.И. Методика определения эффективности гребковых усилий в спортивных способах плавания / Б.И. Оноприенко// Теория и практика физической культуры. – 1976. – №12. – С. 12 -13.
31. Иваненко, Е.И. Основные характеристики техники и возможности управления двигательными действиями пловцов (на примере брасса): Метод. рек. тренеру по плаванию/ Белорус. ин-т физ. культуры. – Минск, 1989. – 29 с.

32. Паршин, Д.А., Зегря Г.Г., Мастеров В.Ф. Кинематика материальной точки (конспект лекций), С-Петербург: Издательство «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова РАН», 1998 – 132 с.
33. Пахомов, А.Г. Гидроакустический измеритель скорости пловца //Теория и практика Физической культуры. 1979. №4, с.52-53.
34. Плавание /под редакцией Платонова Е.Н./ – Киев, Олимпийская литература, 2000, 496 с.
35. Платонов, В.Н., Вайцеховский С.М. Тренировка пловцов высокого класса. – М, ФиС, 1985, с. 119 – 132.
36. Полевой, В.Г. Разработка методики управления техническим мастерством пловцов-кролистов различной квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1985. – 18 с.
37. Радыгин, Ю.И. Биомеханический и гидродинамический анализ техники плавания брасом и его применение в обучении и тренировке: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М, 1979. – 24 с.
38. Садовников, Е.С. Исследование влияния акта дыхания на технику плавания способом кроль на груди/Е.С. Садовников //Вопросы современного спортивного плавания: Сб.тр./ Волгоград ин-т физ. культуры. – Волгоград, 1978. – С.78-83.
39. Тимакова, Т.С. Многолетняя подготовка пловца и ее индивидуализация. – М., ФиС, 1985. – 147 с.
40. Третьяков, Н.Д. О развитии скорости в плавании: автореф.... дис. канд. пед.наук Л., 1961. – 20 с.
41. Уткин, В.Л. Биомеханические аспекты спортивной тактики. – М., ФиС, 1984. – 20 с.
42. Фомиченко, Б.М. Исследование критериев технического мастерства и факторов, определяющих спортивную подготовленность пловцов-кролистов: Автореф. дис.... канд. пед. наук – Киев, 1977. – 24 с.
43. Хальянд, Р.Б., Тамп Т.А., Каал Р.Р. Модели техники спортивных способов плавания с методикой совершенствования и контроля/ Таллин, 1986, 98 с.

44. Barbosa, T. M. a.o. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *European Journal of Applied Physiology*, 2005, n.5-6, pp. 519-523.
45. Barbosa, T. M. a.o. PREDICTING THE INTRA-CYCLIC VARIATION OF THE VELOCITY OF THE CENTRE OF MASS FROM SEGMENTAL VELOCITIES IN BUTTERFLY STROKE: A PILOT STUDY. *Journal of Sports Science and Medicine* (2008) 7, 201 – 209
46. Barthels, K, Adrian M (1975) Three-dimensions .spatial hand patterns of skilled butterfly swimmers. In: Lewille L, Clarys JP (eds) *Swimming II*. University Park Press, Baltimore, pp 154–160.
47. Chatard, JC, Lavoie J, Lacour J (1990) Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *Eur J Appl Physiol* 61: 88–92.
48. Costill, D, Lee G, DAcquisto L (1987) Video-computer assisted analysis of swimming technique. *J Swim Res* 3:5–9.
49. Counsilman, J., Wasilak J. The importance of hand speed and acceleration in swimming the crawl stroke. *Swimming Technique*, 18(1), 22-26, 1982.
50. Kent, M.R., Atha J. (1975) A device for the on-line measurement of instantaneous swimming velocity. *Proceedings of the Second International Symposium on Biomechanics in Swimming* (eds. J.P. Clarys and L.Lewillie) University Park Press. Baltimore, pp. 58 – 63.
51. Kolmogorov, S., Duplesheva O. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal Biomechanics*. 1992. – V.25. – pp.311 – 318.
52. Kolmogorov, S., S Lyapin *Biomechanics of a set unstationary active motion of biological objects in water environment from concepts to technologies*. *Proceedings of VIII Conference Biomechanics and Medicine in Swimming* K.Keskinen, P.Komi, P.Hollanders (eds.) – Jyvaskyla, Gummerus Printing, 1999. – pp. 119 – 124.

53. Kolmogorov, S., Turetsky G., Fomichenko T. Interconnection between the functional and technical; preparedness of top-performing swimmers in final large training cycle. *J. Treinamento Despositivo*. – 1999. – V.4. – p. 5 – 17.
54. Kolmogorov, S.V. Kinematic and dynamic characteristics of steady-state non-stationary motion of elite swimmers. *Russian Journal of Biomechanics*. – V.12. – N.4(42)., 2008 – pp.56 – 70.
55. Manley, P., Atha J. A new on-line tachometer. *Presentation to the Carnegie Conference on the Analysis of Human Performance*, Leeds Polytechnic, Leeds., 1975.
56. Manley, P., Atha J. (1975) Intra-stroke velocity fluctuations in paced breaststroke swimming. *Proceedings of the Second International Symposium on Biomechanics in Swimming* (eds. J.P. Clarys and L.Lewillie) University Park Press. Baltimore, pp. 85 – 88.
57. Manley, P., Thorp R., Wilson B. Equal Assumption in Active Measurement (1996) *Proceedings of the IX International Symposium on Biomechanics in Swimming*. University Park Press. Baltimore, pp. 118– 122.
58. Miyashita, M. (1970)/ *An analysis of fluctuations of Swimming speed*. *Proceedings of the First International Symposium on Biomechanics in Swimming* (eds. L.Lewillie and J.P. Clarys) Vrije Universiteit Brussel, Brussels, pp. 53 – 58.
59. Psycharakis, SG, Naemi R, Connaboy C, McCabe C, Sanders RH *Three-dimensional analysis of intracycle velocity fluctuations in front crawl swimming*. *Scand J Med Sci Sports*. 2009 Apr 15. [Epub ahead of print]
60. Toussaint, H., Roos P., Kolmogorov S. The determination of drag in front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*. – 2004. – V. 37, N.11. – pp. 1655 – 1663.
61. Vilas-Boas, J.P. (1992). A photo-optical method for the acquisition of biomechanical data in swimmers. In: R. Rodano, G. Ferrigno, G. C. Santambrogio (eds.), *ISBS'92 Proceedings*, pp.142-145. Edi.Erme, Milano.

62. Vilas-Boas, JP (1996) Speed fluctuations and energy cost of different breaststroke techniques. In: Troup JP, Hollander AP, Strasse D, Trappe SW, Cappaert JM Trappe TA (eds) Biomechanics and medicine in swimming VII. E & FN Spon, London, pp 167–171.
63. Vilas-Boas, JP, Cunha, P, Figueiras, T, Ferreira, M, Duarte J (1997) Movement analysis in simultaneous swimming techniques. In: Daniel K, Hoffmann U, Klauck J (Eds) Cologne swimming symposium. Sport Fahnemann, Verlag, Bocknem, pp 95–103.

**МЕТОДИКА СРОЧНОГО КОНТРОЛЯ
И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ
В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ
УПРАЖНЕНИЯХ**

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 15.12.2010. Формат 60x84¹/₁₆.
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.
Усл.п.л. 5,5. Тираж 200. Заказ 1975

ООО «ТВТ Дивизион»
e-mail: sportbooks@mail.ru

Отпечатано в ООО «Типография «САРМА».
г. Подольск, ул. Правды, д.30