

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Спортивная инженерия»

Д. И. Барановская

ХРОНОМЕТРАЖ В СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Пособие
для студентов направления образования 60
«Техника физической культуры и спорта»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области техники физической культуры и спорта*

Минск
БНТУ
2022

УДК 681.118:796(075.8)

ББК 75.1я73

Б24

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра биомеханики учреждения образования «Белорусский
государственный университет физической культуры»;
начальник управления по сервисному обслуживанию
ОДО «АВЕКТИС» *А. С. Саламонов*

Барановская, Д. И.

Б24 Хронометраж в спортивной деятельности : пособие для студентов направления образования 60 «Техника физической культуры и спорта» / Д. И. Барановская. – Минск : БНТУ, 2022. – 75 с.
ISBN 978-985-583-717-7.

Пособие разработано для студентов специальностей направления образования 60 «Техника физической культуры и спорта» с целью совершенствования компетенций студентов в области автоматизированных систем судейства, формирования достоверной информации об основных системах жизнедеятельности спортивных объектов. Может быть использовано в образовательном процессе дисциплин специальности. Рекомендуется студентам, магистрантам и специалистам.

УДК 681.118:796(075.8)

ББК 75.1я73

ISBN 978-985-583-717-7

© Барановская Д. И., 2022

© Белорусский национальный
технический университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНОГО ХРОНОМЕТРАЖА	6
2. СИСТЕМЫ ХРОНОМЕТРАЖА	13
2.1. Классификация комплексов измерительного оборудования систем судейства	13
3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СУДЕЙСТВА В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТА	17
3.1. Хронометраж для биатлона и лыжных гонок	17
3.2. Автоматическая система хронометража для плавания	29
3.2.1. Автоматическая и полуавтоматическая системы хронометража в плавании	38
3.2.2. Автоматическая система хронометража для тренировок	40
3.2.3. Система судейства и хронометража для водного поло	42
3.2.4. Система судейства и хронометража для синхронного плавания и прыжков в воду	44
3.3. Хронометраж шорт-трека	45
3.4. Хронометраж в легкой атлетике	47
3.5. Устройство для хронометража в судействе соревнований по прыжкам на батуте	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях важной частью любых спортивных соревнований является процесс справедливого определения победителя, который зависит от ряда факторов и базируется на сборе и переработке информации, необходимой для принятия обоснованных решений, в основе которой в большинстве случаев лежит хронометраж.

Точность измерений, скорость реакции и справедливость в принятии решений – основные принципы качественного спортивного судейства. Именно поэтому во всем мире организаторы спортивных соревнований самого разного уровня предъявляют все более строгие требования к специальному вспомогательному оборудованию, предназначенному для этих целей. Электронные системы хронометража являются неотъемлемой частью всех современных спортивных состязаний. Примерно 30-е годы прошлого столетия точность подсчета времени таких систем составляла десятые доли секунд. Необходимо отметить, что ручная фиксация времени тоже укладывается в такую погрешность, но электронная система стабильней (из-за отсутствия погрешности, вносимой человеком) и, используя ее, проще доказать правильность результата. В настоящее время электронные системы хронометража обеспечивают требуемую высокую и объективную точность.

Сегодня существует множество видов спортивно-измерительной автоматики, решающей вопросы повышения качества соревновательного процесса и объективности судейства. При этом разработаны и продолжают совершенствоваться как универсальные (например, хронометрические) системы, так и различные их спецификации для отдельных видов спорта.

В большинстве случаев требования к использованию систем хронометража определено Регламентами проведения соревнований по различным видам спорта.

Данное пособие составлено для студентов специальностей направления образования 60 «Техника физической культуры и спорта» с целью совершенствования компетенций студентов в области автоматизированных систем судейства, формирования достоверной информации об основных системах жизнедеятельности спортивных объектов.

В пособии систематизирован материал по использованию и техническому обслуживанию отдельных систем хронометража при организации и проведении спортивных соревнований.

Данное пособие может быть использовано при освоении дисциплин специальностей направления образования 60 «Техника физической культуры и спорта».

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНОГО ХРОНОМЕТРАЖА

Значимость хронометража в спорте является неоспоримой, и в настоящее время невозможно представить соревнования различного уровня без его использования.

История развития хронометража, в том числе и спортивного, началась более 300 лет назад.

Началом развития хронометража принято считать первую половину 18 века: в 20-х годах известный английский часовой мастер Джордж Грэхэм (1673–1751) разработал аппарат с маятником, который позволял измерять промежутки времени с точностью до 1/16 доли секунды – по крайней мере, в теории [1].

Разработанный Джорджем Грэхэмом маятниковый секундомер остался прототипом из-за недостаточной мобильности системы и механического осуществления процесса остановки, так как «на стопе» маятник мог очень легко сбиться с траектории (рис. 1).

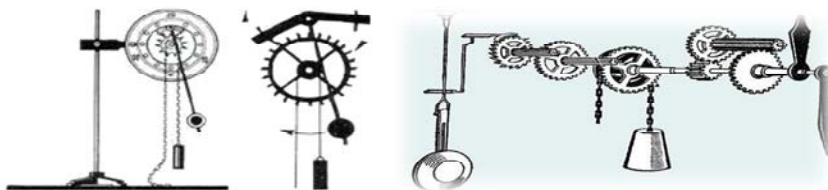


Рис. 1. Виды маятников

Часовые мастера по всему миру искали различные методы измерения времени и, в частности, временных отрезков. В конце XVIII века изобрели карманные часы, у которых можно было останавливать секундную стрелку: так впервые появилась возможность точного измерения временного отрезка, однако эти часы имели существенный недостаток: при остановке стрелки останавливался балансир и с ним весь механизм карманных часов, так что потом просто узнать время было невозможно [2].

Хронометраж на спортивных соревнованиях до конца 19 века вручную проводили часовщики. По мере развития технологий методы измерения времени становились все более совершенными.

Первыми хронометрированными соревнованиями стали конные скачки, проводившиеся в Англии в 1731 году.

В 1820 году швейцарский часовщик Абрахам-Луи Бреге (Abraham-Louis Breguet) сделал первый хронограф с двумя секундными стрелками, позволяющий фиксировать результаты двух спортсменов.

Первый официальный хронометраж соревнований состоялся в Оксфордском Университете в 1850 году и проводился с точностью до $1/2$ секунды с помощью хронографа, изобретенного Абрахамом-Луи Бреге [3].

В 1862 году, благодаря достижениям часовщиков, можно было измерять результат с точностью $1/5$ секунды.

В 1879 году фотограф И. Дж. Мэйбридж изучая галоп лошади изобрел способ «обезличенного» хронометража.

В 1885 году Мэйреем (Marey) была изобретена хронофотография, которая объединила измерение времени и фиксацию изображения.

Хронофотография – разновидность фотографии, позволяющая записывать при помощи фотосъемки движение какого-либо объекта и его отдельных фаз через короткие равные интервалы времени [4, 5]

Первый профессиональный хронограф был выпущен в 1889 году компанией Longines. Оборудование носило название Longines 19СН и располагало 30-минутным счетчиком, который засекал результаты с точностью до $1/5$ секунды.

Первые олимпийские рекорды были зафиксированы именно с его помощью. Затем на базе калибра 19СН были созданы механизмы, способные измерять результаты с точностью до $1/10$ секунды.

Первые модели **электронного хронометража**, способные измерять время с точностью до сотых долей, появились в 1902 году.

Но в течение еще многих лет официальные результаты в соревнованиях рассчитывались с точностью до $1/5$ секунды, несмотря на то что в распоряжении судей уже были технологии для хронометража с точностью до десятых долей секунды. Дело в том, что в результате практического применения выяснилось, что даже наилучший секундомер не может обеспечить фиксацию более точных результатов, чем держащий его в руках человек. Как правило, при использовании ручного хронометража во время легкоатлетических забегов каждому судье поручался определенный спортсмен, и хронометрист должен был нажать кнопку «стоп», как только его подопечный пересечет финишную черту. Было замечено, что зачастую

корректность результата напрямую зависела от психофизиологических способностей, в том числе от возрастных особенностей судей (известно, что скоростные способности, к которым относится и скорость реакции, с возрастом угасает) [4, 6].

Экспериментальным путем специалисты Longines установили, что иногда разброс в результатах составлял $\pm 0,3$.

В Longines (в 1912 году) была разработана и применена революционная электромеханическая система спортивного хронометража под названием «Порванная нить». Ее суть заключалась в следующем: на старте, когда первый из стартующих атлетов разрывал грудью нить, электрический сигнал активировал хронограф. На финише отсчет времени забега останавливался, когда спортсмены разрывали грудью финишную ленточку. Эта традиция сохранилась до сих пор: на финише марафонских дистанций спортсмены грудью обрывают ленту, которую вручают победителю в качестве трофея [5].

Объективность хронометража значительно повысилась, однако увеличилось количество судей, ведь для фиксации результатов восьми участников забега требовалось восемь хронографов и восемь нитей или ленточек.

Neuer в 1916 году запатентовал хронометр с точностью до 1/50 секунды и был официальным хронометражистом Олимпийских Игр с 1920 по 1928 год.

Longines в 1928 представил карманный хронометр, имевший точность до сотых секунды, который стал использоваться в хронометраже соревнований Олимпийских Игр.

Несмотря на то, что в 1924 году появился первый электрический хронограф, измерявший время с точностью 1/100 доли секунды, он не вытеснил традиционные механические хронографы.

В 1932 году к спортивному хронометражу самым активным образом подключилась дружественная Longines компания Omega. Она стала официальным хронометристом Олимпиады в Лос-Анджелесе, предоставив для фиксации результатов 30 высокоточных хронографов, которые прошли официальную сертификацию в обсерватории города Невшатель. За хронометраж всех олимпийских соревнований отвечала одна частная компания, а результаты победителей и призеров впервые были измерены с точностью до 1/10 секунды [6].

Именно благодаря исключительной точности этих устройств Комитет по организации Олимпийских игр остановил свой выбор

на компании Omega, которая успешно исполнила роль хронометриста и заслуженно провела берлинские Олимпийские игры 1936 года. Предполагается, что, благодаря известности, полученной на Олимпийских Играх, «Omega» из названия компании превратилось в нарицательное название приборов электронного хронометража и очень часто можно услышать, как любую систему хронометража называют «Omega» [7].

Игры 1940, планировавшиеся в Хельсинки, позволили бы увидеть триумф Longines, официального хронометражиста Игр, намеревавшуюся представить «Олимпийский счетчик» точностью 1/100 секунды со стрелкой, способной делать один оборот по циферблату за 3 секунды. Но в связи с началом 2-й мировой войны Игры были отменены. Супер-хронограф Longines так и остался прототипом [5].

И все время механических секундомеров-хронометров стало уходить. Например, даже если человек реагировал на стартовую отмашку идеально, то целых 0,2 секунды к результату могло прибавить колесо балансира секундомера. Дело в том, что секундная стрелка механического секундомера может тронуться с места, только когда колесо балансира совершит половину полного цикла колебания, то есть запаздывание может достигать 1/5 секунды.

Специалисты Longines еще в 1937 году разработали систему, в которой роль стартовой и финишной ленточек выполнял световой луч между фотоэлементами. Апробировали ее только в 1945 году на первенстве швейцарских вооруженных сил в Кран-Монтане. В итоге на обеих Олимпиадах 1952 года финишная ленточка использовалась, но уже только как символ победы, поскольку в спорте началась эра электроники [5].

Совместная разработка специалистов Longines и Omega 1949 года под названием «Chronoscamera» стала революционной. Суть ее работы заключалась в том, что, прерывая на старте световой луч, спортсмен активизировал кварцевый цифровой секундомер с пятью дисками, которые отсчитывали часы, минуты, секунды, десятые доли секунды и, наконец, сотые. Прерывание светового луча телами спортсменов на финише не только останавливало хронограф, но и заставляло срабатывать вспышку и затвор фотоаппарата, который фиксировал показания дисков. После финиша судьям требовалось 10 секунд для проявки снимков, и только затем объявлялся официальный победитель.

Сверхточную хронокамеру сразу же стали использовать международные федерации автоспорта и легкой атлетики [8].

Легкоатлеты до сих пор измеряют забеги с точностью до 1/100 секунды, хотя уже на первом легкоатлетическом чемпионате Европы в закрытых помещениях в Дортмунде в 1966 году для регистрации времени в беге применялся электронный секундомер, измеряющий время до тысячной доли секунды. Но потом результат все равно округляется до сотой.

Создав в 1951 году первый в истории фотофинишный аппарат, компания Longines назвала его «Photogines» (от слов «фото» и «Лонжин»). В основе Photogines была Chronocamera, к которой приделали стереофотоаппарат. Сама «Chronocamera» по-прежнему снимала диски хронографа, синхронно с ней срабатывал затвор установленного на финишной черте фотоаппарата. И ничего лучшего вплоть до мюнхенской Олимпиады 1972 года не было создано. В Мюнхене решили хронометрировать все дисциплины электроникой и создать единую электронную базу.

С 1964 года к спортивному хронометражу подключился японский концерн Seiko, взявший на себя роль хронометриста летней Олимпиады в Токио-64 и зимней в Саппоро-72. Японская компания по новейшим технологиям во многом превзошла швейцарцев.

В начале 1970-х швейцарцы также решили объединить усилия, технологические наработки и ноу-хау в концерне Swiss Timing. Главный вклад внесли Omega и Longines, но вскоре к ним подтянулась компания Heuer (нынешняя TAG Heuer) и другие [10].

На мюнхенской Олимпиаде-1972 работал швейцарский сверхточный кварцевый хронограф, суточная погрешность хода которого составляла 0,00(!) секунды. Этот хронограф стал частью новой фотофинишной системы Chronocinegines. Другой ее составляющей была 16-миллиметровая кинокамера Volex-Paillard, которая снимала финиширующих со скоростью 100 кадров в секунду [11].

Эта совершенная система (в модернизированном виде) обслуживает Олимпийские игры и чемпионаты мира до сих пор. Позднее вместо 16-миллиметровой камеры стала применяться 35-миллиметровая, которая позволяет делать очень качественное изображение, к тому же преобразующая все неподвижные объекты (поверхность беговой дорожки) в вертикальные линии. На основе Chronocinegines создана система Chronotypogines для хронометрирования соревнующихся

в скорости спортсменов в горнолыжном спорте. Как только спортсмен прерывает луч света, специальное устройство проштамповывает на кадре его результат [12].

Постепенно появлялись все более современные и точные технологии. На летних Олимпийских играх в Лондоне в 2012 впервые использовали таймеры нового поколения – Quantum, которые способны фиксировать время с точностью до одной миллионной доли секунды. Это в 100 раз точнее по сравнению с тем, на что были способны таймеры предыдущего поколения. Quantum весит всего 1,8 кг, вес старых систем достигал 20 кг. Устройство оснащено собственным источником питания и системой резервного копирования, что позволяет восстанавливать данные в случае утери. Высокая точность измерений достигается за счет кварцевого кристалла (один из элементов наиболее точных, атомных, часов). Кристалл был разработан входящей в Swatch Group компанией Micro Crystal. Данные с таймеров, например списки участников соревнований и их результаты, могут передаваться на принтер или электронное табло [13].

Другая разработка Omega, которую впервые использовали во время летней Олимпиады в Лондоне, – стартовые блоки для легкоатлетов. Устройство измеряет силу, с которой спортсмен воздействует на колодку (определяет момент толчка и начало стартового ускорения), и таким образом определяет время начала движения. Это позволяет идентифицировать участников соревнований, которые совершают фальстарт. А новейшие интерактивные терминалы реагируют на выстрел стартового пистолета, самостоятельно за мгновение фиксируют результат, выявляют победителя и призеров, составляют протокол соревнования с именами и странами участников, передают его в судейский комитет и на табло вместе с цветным цифровым изображением [14].

В 1993 в Голландии возникла компания Championchip, которая разработала использование **технологии RFID в хронометраже** – технологию, базирующуюся на радиочастотных модулях. Эти модули способны идентифицировать бегуна и присвоить ему его результат при пересечении определительной точки.

Более чем через 10 лет появились другие производители, такие как Irico Sports или Chronotrack Systems в 2007 году. Необходимо отметить, что эти системы работали так же хорошо, а некоторые даже лучше, чем оригинальная **система хронометража ChampionChip** [15].

На Олимпиаду в Токио, в рамках которой разыгрывалось 339 комплектов медалей, Omega отправила в дополнение к высокоточному оборудованию для хронометража инструменты на основе искусственного интеллекта (ИИ). На соревнованиях по пляжному волейболу Omega стала применять камеры, оснащенные технологией машинного зрения (позволяет получать, обрабатывать и анализировать изображения). Камеры отслеживают движения спортсменов и траекторию полета мяча, а затем сопоставляют эту информацию с данными с гироскопов, прикрепленных к одежде игроков [16].

Гироскопы – это небольшие датчики, которые реагируют на изменение ориентации тела в пространстве и позволяют узнать направление движения игроков, определить высоту прыжков, скорость и другие параметры [17].

Помимо пляжного волейбола подобная технология использовалась во время велогонок, соревнований по плаванию и гимнастике. Так, во время состязаний по гимнастике ИИ отслеживал позы спортсменов и оценивает таким образом их технику. Во время заплывов используется технология распознавания изображений, которая считает количество гребков, совершаемых пловцами, измеряет расстояние между соревнующимися [16].

На Олимпийских играх в Токио также была использована технология под названием «3D Athlete Tracking (3DAT)», разработанная американским производителем электронных устройств и компьютерных компонентов Intel и китайской компанией Alibaba, работающей в сфере интернет-коммерции. При помощи ИИ и программного обеспечения для отслеживания движений объектов система обрабатывает кадры, снятые камерами с функциями панорамирования и наклона в несколько ракурсов, а затем преобразует их в трехмерные изображения. Эти изображения показывали во время трансляции соревнований по легкой атлетике, включая забеги на 100 и 200 м [18].

2. СИСТЕМЫ ХРОНОМЕТРАЖА

2.1. Классификация комплексов измерительного оборудования систем судейства

В спортивном хронометраже различают **ручные** и **электронные системы**.

Ручные системы хронометража как правило состоят из табло и определенного количества пультов. Один пульт является общим, стартовым, остальные – финишными, фиксирующими результат.

Устройством, отвечающим за отсчет времени и выводящим результаты на табло или монитор компьютера в таких случаях, является контроллер самого табло.

В целом выделяют три основных класса систем хронометража:

Транспондерные системы хронометража – системы, в которых присутствует чип, передающий сигнал (устанавливается на объекте, результат которого надо измерить), и петля, считывающая этот сигнал. Программное обеспечение контроллера системы точно вычисляет время по сигналам пересечения петли [19].

Основными компонентами системы являются: контроллер, приемная петля, датчики, компьютер с ПО (рис. 2, 3, 4).



Рис. 2. Контроллер транспондерной системы



Рис. 3. Транспондерная петля



Рис. 4. Датчики-транспондеры

Системы с фотофинишем – это системы, в которых фиксация финиша производится видеоустройством, синхронизированным с хронометром, хронометр запускается от стартового пистолета. Также существуют совмещенные системы «фотофиниш + транспондер», соответственно, их показания являются более надежными. Имеется ряд видов спорта, в которых требуется использование системы фотофиниша. К ним относятся: легкая атлетика (спринт, средние и длинные дистанции); автоспорт; велоспорт (велотрек и шоссейные гонки); мотоспорт; гребля академическая, на байдар-

ках и каноэ (все виды); конькобежный спорт (все виды); шорт-трек (все виды); конный спорт; лыжные гонки (спринт, эстафета); биатлон (спринт, эстафета); сноуборд.

Системы, фиксирующие касание – такие системы чаще всего встречаются в бассейнах, простейшие из них построены на контактной системе: стартовый пистолет запускает хронометр, фальстарт (если предусмотрен) фиксируется моментом отрыва пловца от стартовой тумбы, а результат – по касанию финишной панели. Для соревнований высокого уровня применяются комбинированные с фотофинишем устройства хронометража.

Различают основные комплексы различного измерительного оборудования спортивно-измерительных систем (СИС), применяемые практически повсеместно:

1. **Стартовые системы** в той или иной модификации используются во всех видах спорта с соревнованием «на время».

Их назначение:

– контроль справедливого старта (автоматическая фиксация фальстартов/заступов);

– контроль начала отсчета (автоматическое включение таймера после спуска стартового пистолета);

– безопасное извещение о старте (пороховые, пневматические или электрические стартовые пистолеты с возможностью передачи сигнала старта на оповещатели / иное интегрированное оборудование).

2. **Финишные системы**, в том числе системы фотофиниша:

– регистрация пересечения финишной черты (датчики системы «финишный луч» с автоматической регистрацией прерывания сигнала, т. е. пересечения его спортсменом);

– фиксация индивидуальных результатов спортсменов (автоматическая запись параметров события: времени/расстояния/высоты/ и другое в зависимости от вида спорта);

– фиксация спорных событий на финишной черте (автоматическая серийная фотосъемка финиша каждого спортсмена, с возможностью повторного просмотра, редактирования и коррекции кадров);

– структурирование общих результатов соревнования (запись и анализ индивидуальных результатов спортсменов, автоматическое составление таблицы «мест» с возможностью последующего/синхронного вывода на интегрированные устройства оповещения).

3. Хронометрические системы:

– прямой, обратный или параллельный отсчет времени для одного/нескольких соревновательных процессов;

– регистрация индивидуальных показателей каждого спортсмена.

4. Системы оповещения, т. е. табло, звуковые оповещатели внутреннего (для спортсменов и судей) и внешнего (для публики) назначения:

– вывод результатов/текущих параметров/судейских решений;

– внутренняя связь между судьями/тренерами/спортсменами/и др.

5. Аналитическое оборудование, т. е. компьютеры и панели управления СИС:

– прием сигнала с контрольных и измерительных устройств;

– обработка и сравнение индивидуальных результатов спортсменов;

– хранение с возможностью дальнейшего использования полученных данных (структурирование, вывод на устройства оповещения, распечатка);

– резервное копирование и защита данных.

6. Дополнительные контрольные устройства:

– фиксирование внешних параметров среды (например, арифмометры для измерения силы ветра в соревнованиях по стрельбе/метанию снарядов), влияющих на ход соревнования.

Спецификации для отдельных видов спорта также учитывают их особенности как своим функционалом, так и техническими характеристиками.

Например, СИС для командных игровых соревнований оснащены спецсредствами для регистрации и подсчета очков/фолов/тайм-брейков/замен и т. п. в соответствии с правилами; СИС для спорта в помещении в основном питаются от сети, тогда как для спорта на открытом воздухе чаще используют аккумуляторные СИС; оборудование для зимних видов спорта морозоустойчиво, а для водных – водонепроницаемо, и т. д. Таким образом, автоматизированные СИС могут использоваться при любых условиях и для любых видов спорта.

3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СУДЕЙСТВА В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТА

Системы хронометража в различных видах спорта отличаются, при этом часть оборудования может быть использована при техническом обеспечении судейства. Мы рассмотрим системы судейства только применительно к отдельным видам спорта. Необходимо отметить, что при осуществлении судейства во всех видах спорта обязательно руководствуются техническими регламентами международных федерации по видам спорта. Многими федерациями по видам спорта сертифицированы системы судейства и хронометража таких производителей, как SWISS-Timing, ALGE-Timing, TAG-Heuer, Colorado, SIWI-data, WIGE-data и др.

3.1. Хронометраж для биатлона и лыжных гонок

В соответствии с регламентом Международного союза биатлонистов (IBU) точность определения времени в биатлоне составляет 1/10 сек. Но все устройства в системе хронометража имеют точность измерения времени не хуже 1/1000 секунды.

Результаты участников соревнований рассчитываются как разница между астрономическим временем на старте и астрономическим временем на финише [20].

Правила соревнований не позволяют использовать время старта и финиша от транспондерной подсистемы хронометража (беспроводная идентификация спортсмена по электронной метке на ноге). Поэтому время старта и финиша в итоговом протоколе должно быть получено от стартовой калитки и финишных световых или инфракрасных створ. При этом транспондерная система применяется для промежуточных результатов, которые выводятся на табло или используются при телетрансляциях, а также во время тренировок и при проведении региональных соревнований.

Все устройства хронометража (центральный таймер, устройства ручного хронометража, стартовые часы, транспондерная система и т. д.) должны быть синхронизированы непосредственно перед соревнованиями.

Исходя из требований IBU по надежности измерений в работе системы должно быть предусмотрено дублирование и резервирование ее основных частей.

На старте и финише используются синхронизированные ручные таймеры с печатающим устройством. Ручные таймеры получают сигнал от ручной кнопки у судьи и сигнал от стартовой калитки или инфракрасных створ и распечатывают их время на термобумаге. Таким образом, время на старте и финише сохраняется даже при разрыве линий связи. Эти данные могут использоваться судьями при спорных ситуациях и апелляциях по поводу достоверности результатов электронной системы хронометража [20].

Для связи хронометражной комнаты с ассистентами на старте и финише используются ушные гарнитуры с микрофоном и усилителями сигнала.

При одновременном финише нескольких спортсменов для определения мест используется запись линейной камеры фотофиниша, которая снимает узкую полосу линии финиша с частотой не менее 1000 кадров в секунду и позволяет увидеть двумерное изображение момента финиша спортсменов во временных координатах.

ПО системы обеспечивает полное секретарское сопровождение соревнований, начиная с распределения участников по группам, жеребьевки и печати стартовых протоколов и заканчивая выводом времени и текущего места спортсмена на финишных табло и печатью итоговых протоколов с результатами стрельбы от электронной системы мишеней, разбивкой по категориям участников и присвоением званий или очков.

Информация от системы хронометража используется графическим программным обеспечением и оборудованием при наложении в режиме реального времени информационных титров на телевизионный видеосигнал.

Общее описание системы

Система состоит из:

- подсистемы пассивного измерения времени участников: стартовой калитки, финишных створ, центрального таймера, ручных таймеров, судейских кнопок, коммутационного оборудования;
- транспондерной подсистемы беспроводной идентификации номера участника: декодеров, индивидуальных меток спортсменов, проводных и беспроводных линий связи;
- программного обеспечения (получение результатов стрельбы и обработка данных);
- графического программного обеспечения и оборудования для наложения титров.

Ниже на рисунках 5, 6 приведены схемы расположения оборудования на биатлонном и лыжных стадионах.

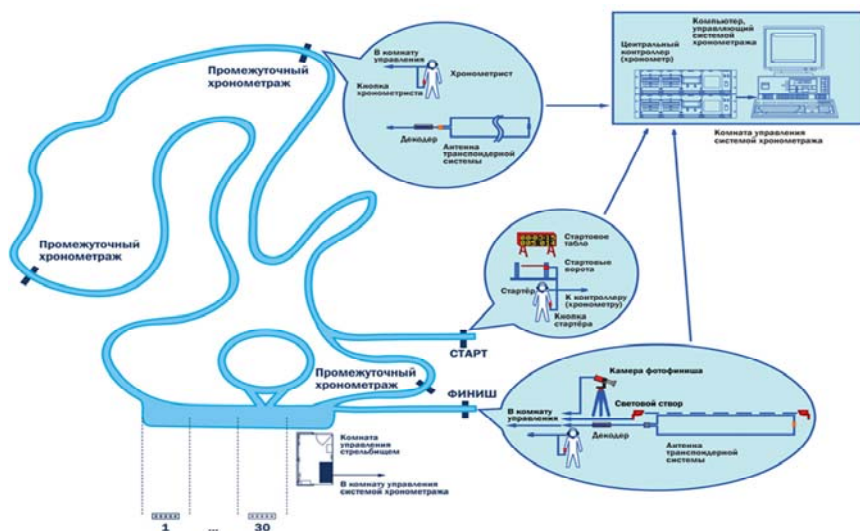


Рис. 5. Схема расположения оборудования на биатлонном стадионе [24]

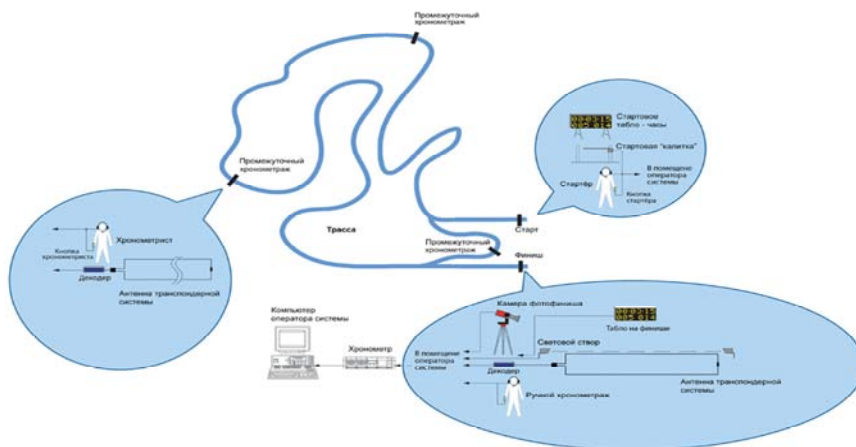


Рис. 6. Схема расположения оборудования на для лыжных гонок [24]

Старт

Во время индивидуальных соревнований и в спринте на старте располагаются синхронизированные стартовые часы и стартовая калитка (рис. 7) стандарта FIS с ручным возвратом, к которой подключается ушная гарнитура оператора системы. Открытие стартового турникета спортсмена начинает отсчет его времени, проведенного в гонке. Сам спортсмен получает предупреждение о своем старте с помощью секундомера обратного отсчета и звукового сигнала.



Рис. 7. Стартовая калитка БТ-1030

Калитка открывается автоматически в момент его ухода на дистанцию, а закрывается вручную.

Она соединена проводом с таймером, находящимся в комнате хронометража и дающим точное время спортсмена до сотых секунд.

Стартовые часы должны иметь механический циферблат с секундной стрелкой, настраиваемый звуковой сигнал и цифровой отчет времени до старта, индикатор готовности с красным и зеленым цветом сигнала, возможность настройки периодов старта, звукового отсчета и цветовой индикации и получение точного времени по GPS.

На гонках преследования механические стартовые часы используются для отображения астрономического времени, а для отсчета времени до старта спортсменов используются три портативных светодиодных табло, которые устанавливаются напротив стартовых линий и отсчитывает время, оставшееся до старта спортсмена с данной линии.

Калитка и все табло подключаются к распределительной коробке на старте, которая соединяется с хронометражной комнатой 8-жильным кабелем. Беспроводные линии связи могут использоваться

только как дублирующие. Для дублирования данных также используется ручной печатающий таймер.

Примерная схема установки стартовой калитки и стартового оборудования показана на рис. 8.

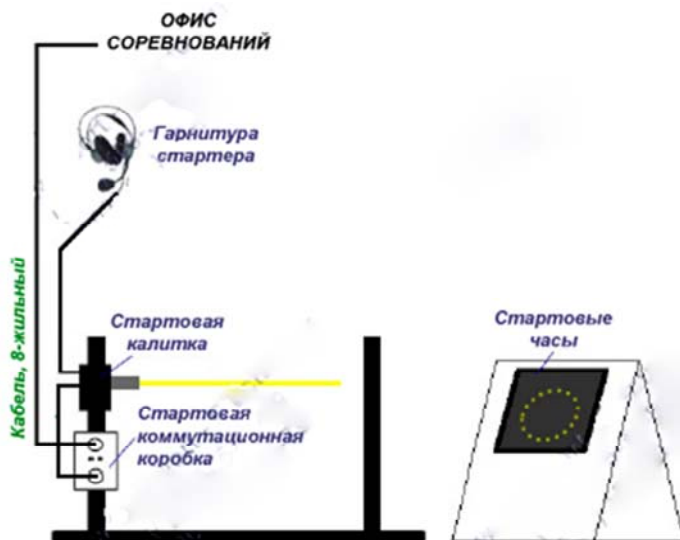


Рис. 8. Схема установки стартовой калитки и стартового оборудования [25]

Финиш

Для определения времени финиша участников используется инфракрасные створы, ручной таймер, ручная судейская кнопка, а также декодер транспондерной системы для беспроводной идентификации номера участника.

Время, место и номер финишировавшего спортсмена отображается для самих спортсменов на двух светодиодных табло в зоне финиша. Все оборудование и гарнитуры ассистентов подключаются к распределительной коробке на финише, которая с целью дублирования соединяется с хронометражной двумя 8-жильными кабелями.

Также на финише устанавливается система фотофиниша FinishLynx, которая визуально фиксирует момент пересечения финиша разными спортсменами.

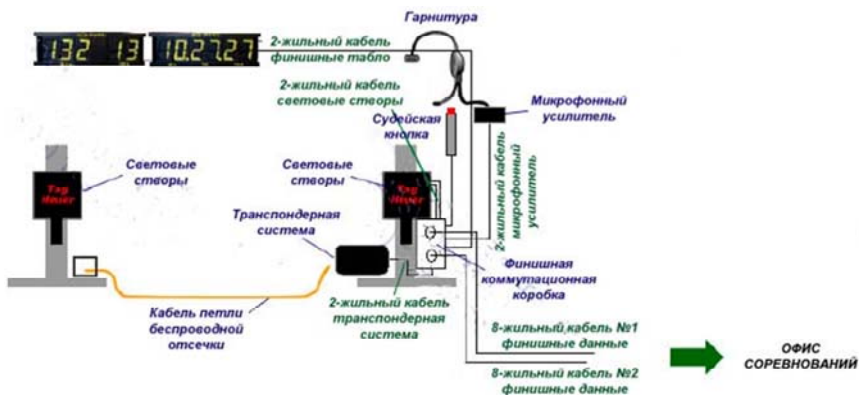


Рис. 9. Пример установки оборудования на финише [25]

Декодер SR-01

Используя многолетний опыт проведения соревнований, для промежуточных отсечек систем хронометража инженеры разработали устройство – декодер SR-01 (рис. 10). Оно представляет собой кейсе, включающее в себя все самое необходимое для проведения соревнований в реальных условиях: непосредственно сам декодер для распознавания транспондеров спортсменов, батарею и блок питания, а также встроенный модем для передачи данных на несколько километров по любому двужильному кабелю.



Рис. 10. Декодеры SR-01

Все настройки декодера SR-01 выполняются им в автоматическом режиме и не требуют от пользователя затрат времени и каких-либо уникальных навыков, на корпусе находится кнопка включения и у декодера имеется переключатель режима экономии батареи для ситуаций, когда можно уменьшить требуемое расстояние считывания транспондеров.

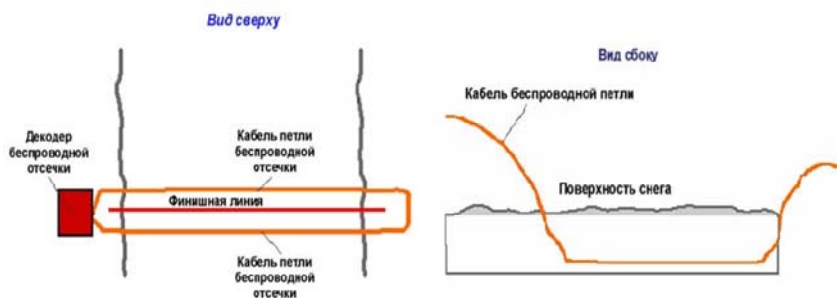


Рис. 11. Схема прокладки антенны декодера [24]

В качестве принимающей антенны декодера используется петля из любого медного провода, расположенная под трассой шириной до 20 м вдоль финишной линии или отсечки.

Для антенны не требуется устанавливать какие-либо резонансные согласователи, усилители и другие устройства, которые могут быть потеряны или повреждены техникой. А при возникновении форс-мажорных обстоятельств антенну можно заменить любым силовым проводом. Сила тока петли антенны настраивается автоматически в зависимости от ее длины для обеспечения оптимального расстояния распознавания транспондеров спортсменов. Время автономной работы заряженного декодера – 12 ч в стандартном режиме.

Промежуточные беспроводные отсечки (транспондерная система). Транспондерная система используется для получения результатов с промежуточных отсечек и для идентификации номеров спортсменов на финише. На каждом спортсмене располагается 2 датчика.

Для обеспечения полноценной работы системы (особенно при проведении телетрансляций) используются как минимум два декодера: один для получения промежуточного времени спортсмена на

выходе со стадиона после каждого круга, второй для мгновенного получения времени спортсмена на финише.

Следующая по важности отсечка располагается при входе на стрельбище. Данное время, как правило, не используется для отображения на табло или экране (в настоящее время при проведении телетрансляций соревнований высокого ранга выводится на телеэкраны), но оно предоставляет тренерам важную информацию о времени подготовки спортсмена к стрельбе, времени самой стрельбы, скорости прохода круга без стрельбы и т. д.

Очередная отсечка располагается за 500–700 м до финиша, так как показывает время или отставание перед решающим отрезком или перед стрельбой.

Еще одна отсечка используется для автоматического подсчета пройденных спортсменом штрафных кругов и располагается в любом месте штрафного круга.

Кроме этого, еще две отсечки могут располагаться на трассе, например, через 600 и 1300 м. При этом отсечки нецелесообразно устанавливать ближе, чем в 500–600 метрах друг от друга, т. к. информацию от них не успеют отобразить на табло или телеэкране.

Таким образом, на биатлонном комплексе достаточно использовать 7 декодеров, но при проведении тренировок для измерения скорости разгона, торможения перед стадионом и других важных скоростных характеристик используется в общей сложности до 12 декодеров беспроводных отсечек.

При проведении телетрансляций промежуточные отсечки на трассе стараются располагать на вершине прямых подъемов, перед развилками для разных дистанций или на пологих поворотах трассы, так как в таком случае создается наиболее удачный ракурс и оптимальные условия работы для телевизионных камер, поскольку времени для изменения расположения камер и отсечек между мужскими и женскими соревнованиями недостаточно.

Антенна декодера прокладывается на глубину 30 см под снежным покровом по всей ширине трассы. Ширина трассы в данном месте не должна превышать 12 м [21].

Транспондер S-TAG

Каждый транспондер S-TAG имеет уникальный номер, который передается декодеру в момент пересечения спортсменом антенной петли. Транспондер имеет продуманный эргономичный дизайн

и малые размеры, что позволяет закреплять его с помощью ремешка на ноге спортсмена или раме гоночного велосипеда. Высота распознавания транспондера S-TAG составляет не менее 60 см от петли антенны декодера, что позволяет использовать их почти для любых соревнований.

При работе с декодером SR-01 данные транспондеры имеют точность не менее 1/100 с.

Декодер отправляет номер транспондера и точное время пересечения им контрольной линии в программное обеспечение системы хронометража, поэтому итоговая точность всех результатов не зависит от мощности компьютеров и скорости передачи и обработки данных.



Рис. 12. Датчики-транспондеры

Внутри транспондера имеется батарея, которая работает только доли секунды во время пересечения спортсменом контрольной отсечки. В связи с чем срок службы транспондера практически не зависит от интенсивности его использования и составляет 5 лет. Когда же срок службы батареи подходит к концу, транспондер сам информирует об этом систему.

Все системы синхронизации RFID включают в себя коробку, в которой размещены считыватели с периферийными устройствами, такими как микропроцессор, последовательная или Ethernet-связь и источник питания (батарея). Считыватели присоединяются к одной или нескольким антеннам, рассчитанным на конкретную рабочую частоту. В случае низких или средних частот они состоят из проволочных петель, встроенных в маты, которые покрывают всю ширину временной точки. Для систем УВЧ антенны состоят из

патч-антенн, которые защищены системой матирования. Патч-антенны также могут быть размещены на трибунах или финишной платформе, направленной в сторону приближающегося спортсмена. В большинстве случаев расстояние между считывателем и антеннами ограничено. Также требуется больше оборудования для событий, требующих нескольких точек отчета времени. Для более широких точек синхронизации требуется больше считывателей и антенн. Для активных систем достаточно простой проводной петли, поскольку транспондер имеет собственный источник питания, а петля служит триггером для включения транспондера, а затем получения относительно сильного сигнала от транспондера. Следовательно, активным системам требуется меньше считывателей (или декодеров) на ширину точки синхронизации.

Мишенные установки, утвержденные IBU для использования.

В настоящий момент к использованию разрешены следующие модели мишенных установок.

1. Механические установки:

- Kurvinen (Финляндия);
- Devon Model BT-500 (США);
- HORA 1000 (Германия);
- VingMek (Норвегия).

2. Электронные / электронно-механические установки:

- Kurvinen KES 2002 (Финляндия)

3. Электронные установки:

- HoRa 2000 E (Германия) [20].

Чаще всего используют установки двух типов – электромеханические финской фирмы Kurvinen и электронные немецкой фирмы HoRa.

Kurvinen работает на основе сенсоров, определяющих силу падения, а HoRa реагирует на установленные внутри ударные датчики. Принцип работы электроники для обеих мишеней одинаков. Когда спортсмен приходит на рубеж, система не может распознать номер спортсмена автоматически, поэтому все номера спортсменов на рубеже вводятся вручную судьей-оператором. По окончании стрельбы этот же судья сбрасывает закрытые мишени и приводит установку в исходное положение.

Также в масс-стартах и гонках преследования судья-оператор вручную меняет настройку мишени с «лежки» на «стойку».



Рис. 13. Механические и электронно-механические мишенные установки

«HoRa Systemtechnik GmbH» также производит механические мишенные установки, но специализируется на полностью электронных установках HoRa 2000 E, где закрытие мишени происходит сервоприводом по сигналу датчика удара [20].

Один судья-оператор обслуживает две мишенные установки на рубеже и несет ответственность за все спорные ситуации, такие как стрельба по чужой мишени, а также постоянно слушает указания главного судьи, который находится на рубеже. Помимо операторов, обслуживающих мишени, главного судьи и его помощника, на рубеже присутствуют судьи, которые записывают количество промахов каждого спортсмена. Их данные используются в случае технических сбоях и поданных представителями команд протестов. Эти судьи считают количество выстрелов, чтобы не было недострелянных патронов или лишних выстрелов. Кроме того есть судьи, которые записывают все результаты стрельбы на 10 мишенях. В итоге по окончании соревнований есть три независимых источника результатов стрельбы: электроника, судья, записывающий информацию со своих трех мишеней и судья, ведущий десять мишеней.

Программное обеспечение

Для обеспечения эффективной работы применяется несколько видов программного обеспечения: Ski123 и SIWIDATA.

ПО Ski123 обеспечивает полное сопровождение соревнований, начиная с распределения участников по группам, жеребьевки и печати стартовых протоколов и заканчивая выводом времени и текущего места спортсмена на финишных табло и печатью итоговых протоколов с результатами стрельбы от биатлонных мишеней, разбивкой по категориям участников и присвоением званий или очков.

Для корректной работы при поставке оборудования возможна интеграция программного обеспечения Ski123 и информационного табло стадиона с системой хронометража для отображения в ходе соревнований всей актуальной информации без использования телевизионной графики.

Программное обеспечение SIWIDATA является центром обработки всех данных о текущей гонке и других соревнованиях. Она фиксирует промежуточные результаты на каждой отсечке в режиме онлайн, считает количество промахов на рубеже и штрафные минуты, формирует итоговый протокол, общий зачет Кубка и зачеты в отдельных дисциплинах. Также SIWIDATA выводит данные на

телевизионную картинку и может по запросу режиссера трансляции сформировать промежуточную турнирную таблицу по ходу гонки.

Начиная с сезона 2021–2022, для удобства болельщиков есть возможность установки приложений на гаджеты с различными операционными системами [20].

Штрафной круг

В начале и в конце штрафного круга установлены контрольные отсечки. Одна из них отмечает, сколько спортсменов прошел штрафных кругов. Программа SIWIDATA, ведущая хронометраж, сверяет данные по количеству промахов с данными по числу пройденных штрафных кругов и в случае расхождения выделяет спортсмена-нарушителя красным цветом, после чего его проверяет главный судья. В случае если он прошел больше положенного кругов штрафа, его результат не меняется, а каждый непройденный штрафной круг карается двумя минутами штрафа.

Финишный створ

На финише результат спортсмена первоначально определяется по транспондеру, однако в спорных ситуациях в контактных гонках используется фотофиниш, который определяет, чей лыжный ботинок раньше пересек финишную линию. Для этого в финишном створе устанавливается камера, которая записывает узкую полосу шириной в один пиксель со скоростью свыше 1000 кадров в минуту и отмечает на картинке спортсмена, первым пересекшего линию финиша [20].

3.2. Автоматическая система хронометража для плавания

Существует несколько компаний, производящих оборудование для систем судейства и хронометража в плавании.

Использование оборудования того или иного производителя определяется несколькими факторами: уровнем соревнований, для которого будет использовано оборудование (в соответствии с регламентами). Все технические требования прописаны FINA [21].

Состав оборудования системы хронометража для плавания:

- контроллер-хронометр;
- коммутационный блок – терминал;
- фальстартовая платформа;
- ручной хронометр;

- светодиодная лампа-вспышка;
- акустическое стартовое устройство;
- контактная финишная панель;
- кнопка судьи-хронометриста;
- стартовый блок с датчиком фальстарта;
- информационные табло;
- программное обеспечение swimtime [23; 24].

Контроллер-хронометр

Контроллер-хронометр для плавания – главный элемент системы судейства и хронометража. Связывает между собой все остальные элементы системы с управляющим программным обеспечением.

Хронометр соединяется с компьютером и коммутационными коробками. Он обладает встроенной памятью, в которой хранятся все данные соревнования до тех пор, пока они не будут переданы на управляющий компьютер.

Хронометр имеет встроенную аудиосистему с усилителем для подключения внешних динамиков. Стартером подаются голосовые команды, производится подача стартового сигнала. Кроме того, в хронометр встроена аккумуляторная батарея на случай сбоя электропитания, а также встроена энергонезависимая память на случай отказа компьютера.



Рис. 14. Контроллер-хронометр

Коммутационный блок – терминал

Коммутационный блок используется для подключения датчиков хронометража во время соревнований по плаванию (контактных финишных панелей, фальстартовых панелей, кнопок судей-хронометристов)



Рис. 15. Коммутационный блок

Для каждой дорожки плавательного бассейна требуется один коммутационный блок. Если используются датчики хронометража с обеих сторон плавательного бассейна, то и блоки необходимо установить с каждой стороны. Коммутационные блоки подключаются к хронометру последовательно.

К каждой коммутационной коробке могут быть подключены одновременно: фальстартовая платформа (либо стартовая тумба с датчиком фальстарта), контактная финишная панель, до 3-х кнопок судей-хронометристов.

Стартовый блок с датчиком фальстарта

Стартовый блок с датчиком фальстарта должен быть выполнен в соответствии с требованиями FINA.

Имеются модели с упором для ног, а также фальстартовые платформы для установки на стартовые блоки других производителей

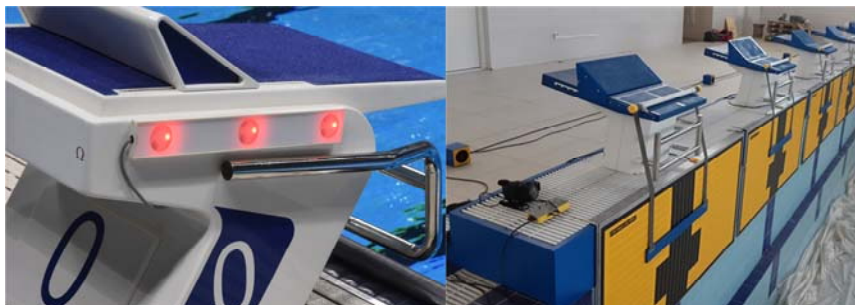


Рис. 16. Стартовый блок

В зависимости от вида заплыва фальстарт может определяться по-разному. При старте со стартового блока – по разнице времени между стартовым сигналом и стартом спортсмена, при эстафетах – вычисляется разница между касанием спортсмена финишной панели и стартом следующего участника.

Ручной хронометр

Хронометр Тіму2 может использоваться как основной хронометр соревнования, дублирующий хронометр, судейский терминал либо для работы специального оборудования.

Хронометр Тіму2 обладает большой силиконовой клавиатурой и большим LCD-экраном. Также хронометр имеет встроенный принтер для печати технических протоколов.

Устройство поддерживает несколько интерфейсов:

- RS232 для обмена данными с ПК, подключения табло, подключения дополнительного оборудования;
- RS485 для подключения другого хронометра;
- USB для подключения к ПК, а также перспективных, разрабатываемых в настоящий момент устройств.



Рис. 17. Хронометр Тіму2ХЕ и Тіму2:

- 1 – USB – порт; 2 – Разъем для зарядного устройства; 3 – Универсальный порт ALGE; 4 – Интерфейс для табло; 5 – Вход стартовых импульсов (с0); 6 – Вход финишных импульсов (с1); 7 – Разъем для инфракрасных створов

Внутренняя память хронометра позволяет хранить до 30 000 записей о регистрации времени. Все записи могут быть в любой момент выведены на табло либо отправлены на ПК по интерфейсу RS232 или USB. В специальной версии хронометра – Timu2 XE отсутствует термопринтер для печати технического протокола.

Светодиодная лампа-вспышка

Стартовая лампа-вспышка – оптическое стартовое устройство, которое используется совместно с акустическим стартовым устройством. Лампа-вспышка применяется в соревнованиях в различных видах спорта, таких как плавание, соревнования на велотреке, в легкой атлетике и др.



Рис. 18. Светодиодная лампа-вспышка

Лампа-вспышка срабатывает на входящий сигнал от стартового устройства. Если в течение 5-и секунд снова поступит стартовый сигнал – лампа работает 5 раз подряд (сигнал фальстарта).

Лампа-вспышка состоит из множества светодиодов в пластиковом корпусе. Очень высокая яркость светодиодов позволяет хорошо видеть вспышку в любую погоду. Устройство снабжено различными разъемами для подключения различных стартовых устройств. FLASH может работать как от внутренних батареек, так и от стартового устройства.

Стартовое устройство. Существует некоторое количество акустических стартовых устройств.

Наиболее часто применяется для хронометража акустическое стартовое устройство для подачи стартового сигнала с электронным управлением (рис. 19). Также может применяться стартовый пистолет (рис. 20).



Рис. 19. Стартовое устройство



Рис. 20. Стартовый пистолет

Основными достоинствами стартового устройства является его простота и надежность.

Основные особенности устройства:

- 9 различных типов стартовых сигналов;
- автоматическая подача стартового сигнала (10, 15, 20, 30, 40, 45, 60, 90, 150 с);
- программирование интервала автоматической подачи стартового сигнала (от 6 секунд до 99 минут 59 секунд);
- в режиме «Сирены» стартовое устройство может использоваться в качестве замены стартового пистолета;

- тип выхода на устройство хронометража – нормально закрытый (NC);
- рабочая температура от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- работает как от аккумуляторной батареи, так и от электросети.



Рис. 21. Вариант установки стартового устройства на стартовый блок

Контактная финишная панель

Контактная финишная панель используется для автоматической регистрации промежуточных результатов и результатов заплыва спортсменов.

Контактные финишные панели изготавливаются различных размеров. Для соревнований в соответствии с требованиями FINA TP24 (активная длина = 2400 мм, активная высота = 900 мм). TP18 (активная длина = 1800 мм, активная высота = 900 мм). Панели TP 18 устанавливаются в бассейны с шириной дорожки 2 м. Для тренировочных систем могут использоваться контактные панели TP8.

Основание финишной панели выполнено из нержавеющей стали. Активная область изготовлена из специального пластика. Верхний край с резиновым покрытием, для защиты от травм.

Стандартные габариты финишных панелей:

- финишная панель TP24: 2444×915×10 мм
- финишная панель TP18: 1840×915×10 мм
- финишная панель TP8: 800×915×10 мм

В комплекте с финишными панелями, как правило, используется специальная тележка для хранения и транспортировки до 10-и финишных панелей.

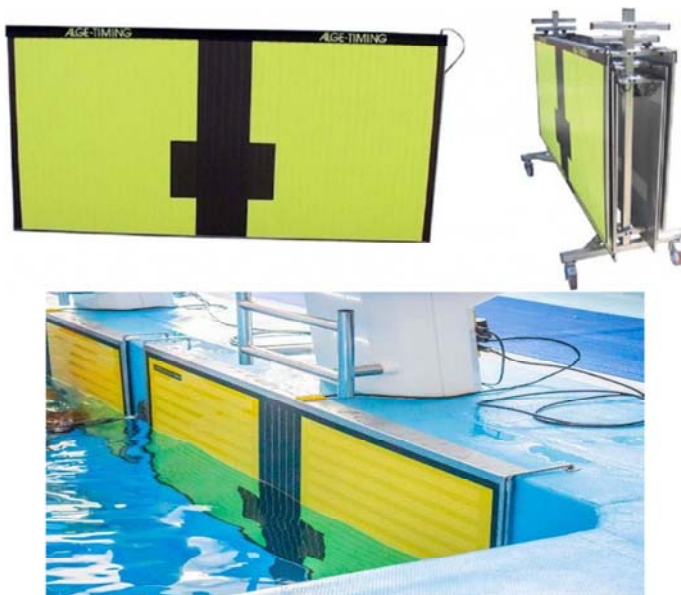


Рис. 22. Финишная панель

Кнопка судьи-хронометриста

Кнопка судьи-хронометриста для разных видов спорта. Тип контакта – нормально открытый (NO). Стандартная длина кабеля для подключения кнопки судьи-хронометриста может быть от 2-х до 10-и метров.

Для подключения к оборудованию на конце кабеля имеются разъемы, стандартные для любого производителя систем судейства и хронометража.



Рис. 23. Судейские кнопки

Управляющее программное обеспечение

Программное обеспечение для управления заплывами на сегодняшний день является одним из лучших программных комплексов. Совместимо с любой версией операционной системы Windows. Интерфейс программного обеспечения SwimTime поддерживает несколько языков, включая русский [28].

Управляющее программное обеспечение Swim Time совместимо с секретарским программным обеспечением Hy-Tek Meet Manager, которое используется при проведении соревнований многими Федерациями.

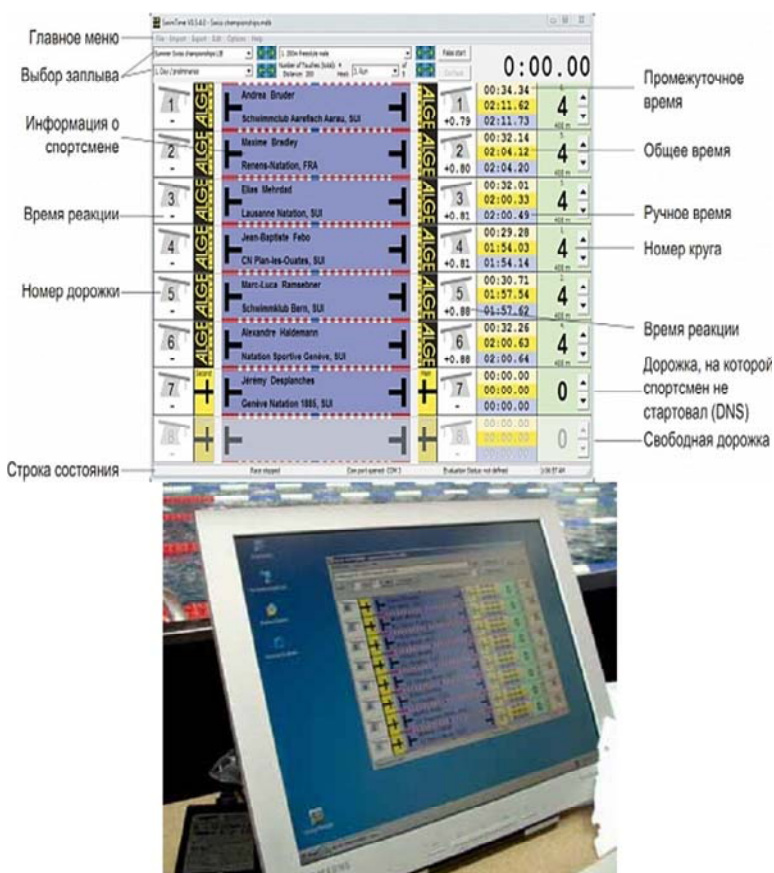


Рис. 24. Интерфейс ПО

Информационные табло

Выпускаются двух видов: цифровые и алфавитно-цифровые; на цифровых табло может выводиться только цифровая информация, на алфавитно-цифровых – цифровая, текстовая и, в зависимости от модели, графическая. Для большинства бассейнов рекомендуется использование табло с высотой символа 25 см. Этот размер рекомендован международной федерацией плавания FINA.

Различают цифровые табло на блинкерных индикаторах и на матрицах.

В зависимости от категории спортивного сооружения и соответствия бассейна техническим регламентам международных соревнований комплектация систем судейства может отличаться значительно. Можно выделить автоматическую и полуавтоматическую системы хронометража.

3.2.1. Автоматическая и полуавтоматическая системы хронометража в плавании

Автоматическая система устанавливается во всех бассейнах, предназначенных для проведения международных соревнований в соответствии с требованиями международной федерации плавания FINA [20].

Схема установки такой системы представлена на рис. 25.

Полуавтоматическая система хронометража может применяться на соревнованиях невысокого уровня и как вспомогательный инструмент для обеспечения тренировочного процесса. Пример такой системы приведен на рис. 26.

В таких системах старт спортсменов осуществляется по звуковому и визуальному сигналам, время финиша определяется по нажатию кнопки судьей-хронометристом. Максимально можно использовать на 8-и плавательных дорожках.

Кроме того к хронометру можно подключить до 8-и строк модульного светодиодного либо блинкерного табло. В случае, если используется табло из одной строки, результаты спортсменов будут отображаться поочередно.

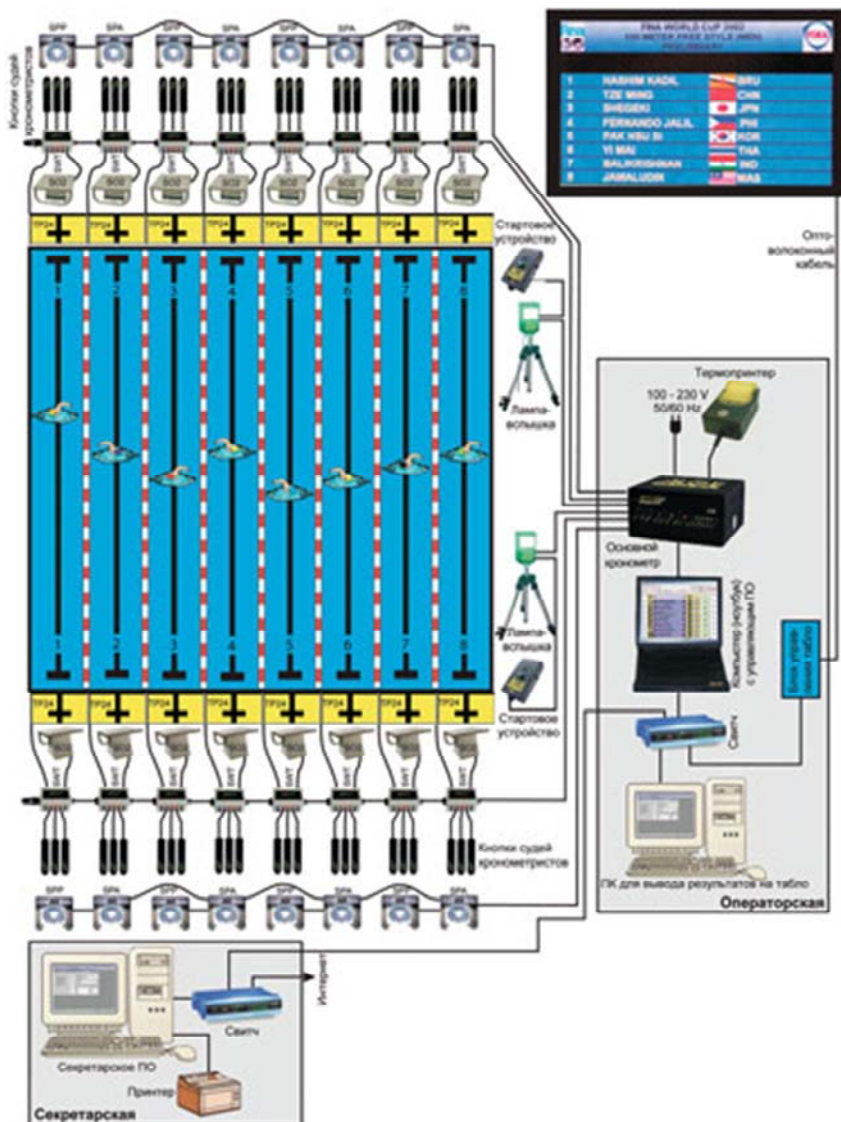


Рис. 25. Автоматическая система хронометража в плавании [23]

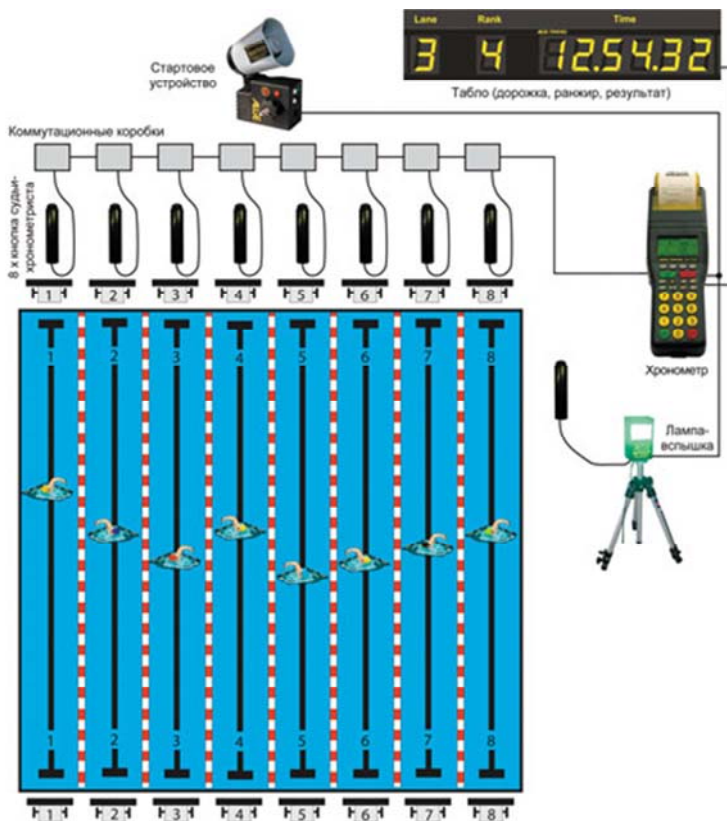


Рис. 26. Полуавтоматическая система хронометража в плавании [23]

3.2.2. Автоматическая система хронометража для тренировок

Автоматическая система хронометража для тренировок является мобильной и позволяет вычислить время реакции и точный результат на 2-х плавательных дорожках.

Последующую обработку результатов можно осуществлять с помощью бесплатного программного обеспечения. Для экспорта результатов на компьютер применяется обычный USB-порт. Специально для проведения тренировок применяются контактные панели размером 900×900 мм.

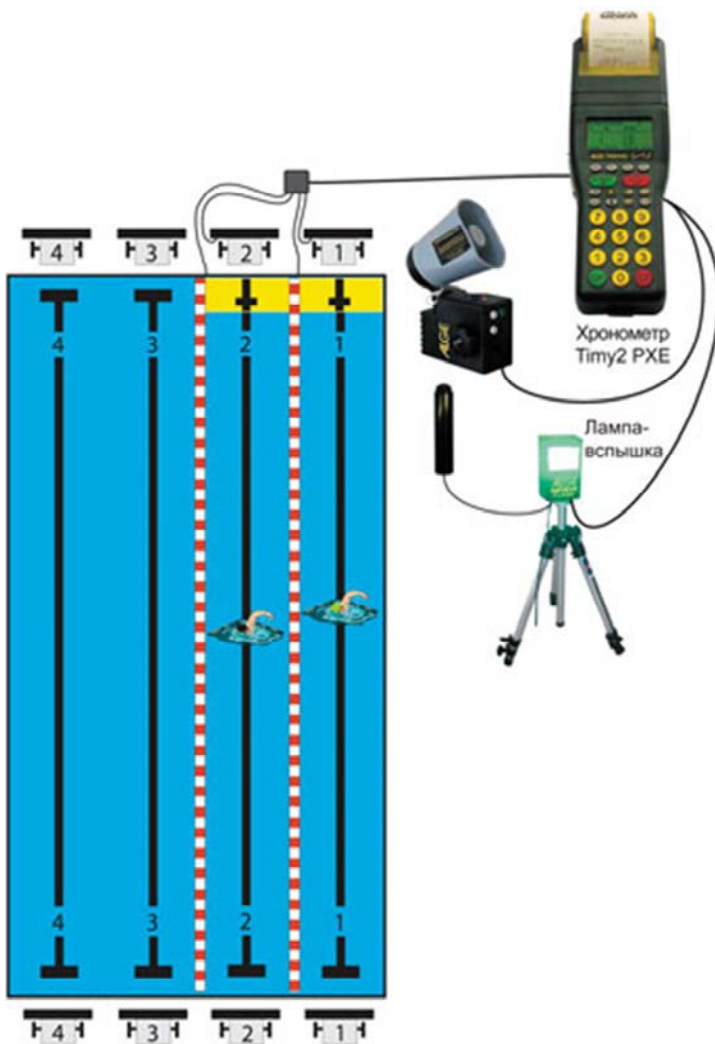


Рис. 27. Вид системы хронометража для тренировочного процесса в плавании [23]

Кроме того состав системы хронометража для плавания может включать следующее: хронометр одиночный или хронометр с дублированием Quantum; термопринтер для печати технических прото-

колов; громкоговорители для усиления стартовых команд; коммутационные блоки Harness для подключения кнопок судей хронометристов, датчиков фальстарта, сенсорных панелей; финишные сенсорные панели OCP5, тележка для хранения и транспортировки финишных панелей; стартовые тумбы с изменяемым упором для отталкивания, стандартные тумбы OSB14 и с уменьшенной базой OSB11 для узких бортов; стартовое устройство StartTime V со вспышкой и громкоговорителем; табло результатов Piccolo, Calypso или полноценный видеозэкран для бассейна; комплект кабелей для подключения; устройство для старта на спине – планка OBL2, соответствующие требованиям FINA.

3.2.3. Система судейства и хронометража для водного поло

Судейство соревнований по водному поло предполагает использование различного оборудования: хронометр, контроллер для водного поло, звуковое устройство, судейские пульта, кнопку запроса тайм-аутов, кнопку-пульт старт/стоп/сброс времени матча. Кнопку судьи хронометриста и дополнительное оборудование с программным обеспечением, в том числе различные модели табло для отображения результатов и табло времени атаки. Для вывода игровой информации может использоваться видео или монохромное табло.



Рис. 28. Пример табло отображения результатов и времени атаки

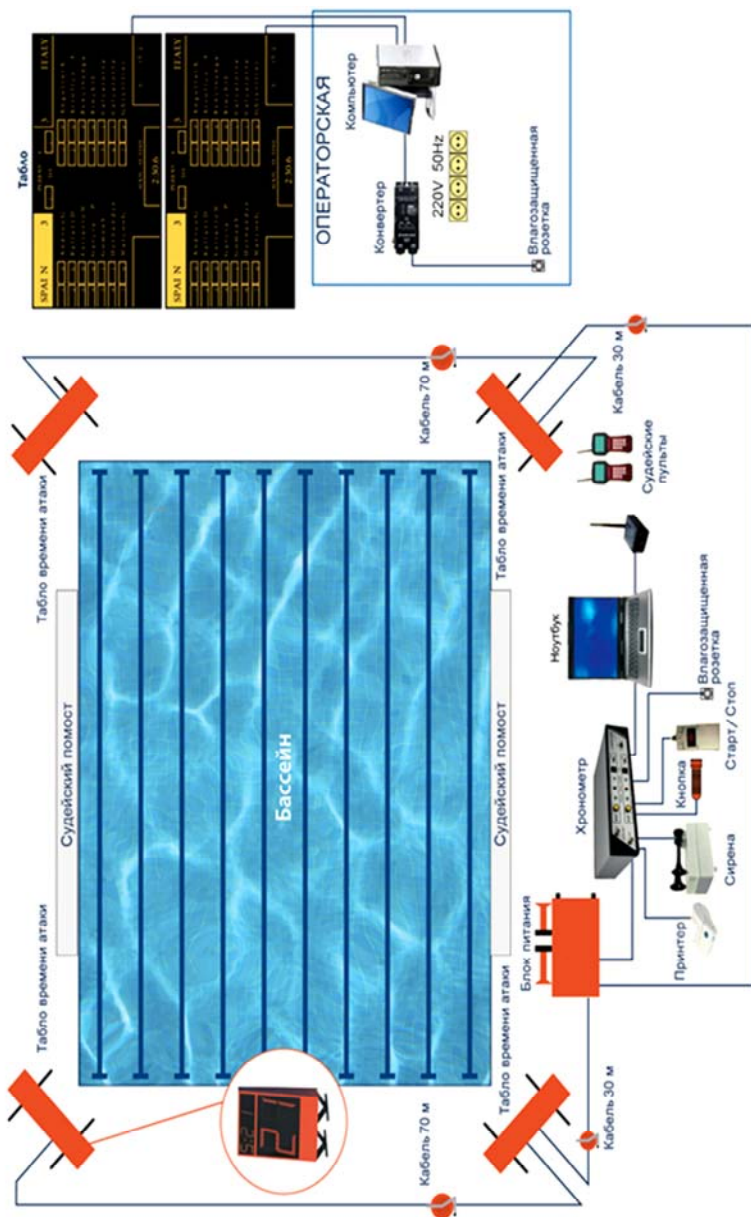


Рис. 29. Вид системы хронометража для водного поло [24]

3.2.4. Система судейства и хронометража для синхронного плавания и прыжков в воду

Синхронное плавание

Судейская команда состоит из 10 человек: две группы по пять. Одна команда судей оценивает артистичность, а другая – выполнение программы. Минимальная оценка – 0,1 балл, максимальная – 10.

В систему автоматического судейского оборудования входят судейские панели (их количество должно соответствовать количеству судей), специальное устройство для подсчета результатов, показанных синхронистами, с системой записи и отображения (при этом разрешено использовать только программы и системы, одобренные FINA). Табло с компьютером и программным обеспечением, которое должно содержать как минимум 10 строк и отображать текущее время и всю записанную информацию. Рекомендованные размеры табло: ширина – 7,5 метра, высота – 3,6 метра. Для гарантированной сохранности оборудования предусматриваются системы заземления. Один из пунктов Правил FINA отмечает, что синхронное плавание может проходить только в бассейне с исключительно прозрачной водой, дно водоема должно хорошо просматриваться. Еще одно требование к воде – ее температура должна быть не ниже 26 °С (допустимые отклонения – плюс/минус 1 градус) [30].

Система судейства для синхронного плавания отличается от системы для прыжков в воду только количеством судейских пультов для выставления оценок и управляющим программным обеспечением. Вывод результатов можно обеспечить как на монохромное или видеотабло, так и на специальное модульное символьное табло.

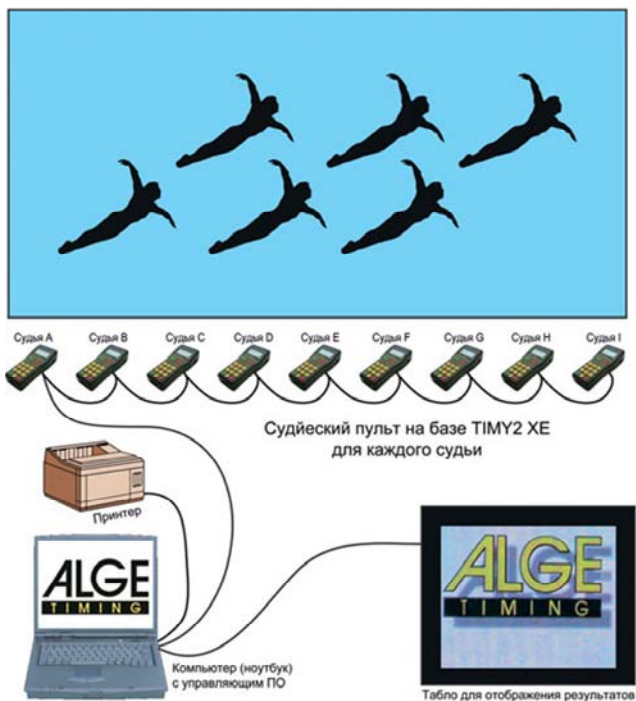


Рис. 30. Система автоматического судейского оборудования для синхронного плавания [24]

3.3. Хронометраж шорт-трека

Основное оборудование, из которого состоит система судейства и хронометража для шорт-трека:

Камера фотофиниша	1 шт.
Световые створы на финишной линии	1 к-т
Микрофон-насадка на стартовый пистолет	1 шт.
Проводные гарнитуры для связи	2 шт.
Хронометр Тіму с коммутационной коробкой и комплектом кнопок судей-хронометристов	1 к-т
Счетчик кругов	1 шт.
Табло результатов	1 шт.
Компьютер с установленным программным обеспечением для проведения соревнований	1 к-т
Лазерный принтер для печати протоколов	1 шт.

В соревнованиях на шорт-треке спортсмены стартуют по сигналу стартового пистолета. По проводной гарнитуре стартер связывается с оператором системы и главным судьей соревнования. В качестве основного хронометра в данном виде спорта выступает камера фотофиниша [25].

Она реагирует на пересечение спортсменами финишной линии и в автоматическом режиме осуществляет запись финиширования.

Таймер Time выступает в качестве дублирующего хронометра, к нему подключены кнопки судей-хронометристов. По одному судье на каждого спортсмена.

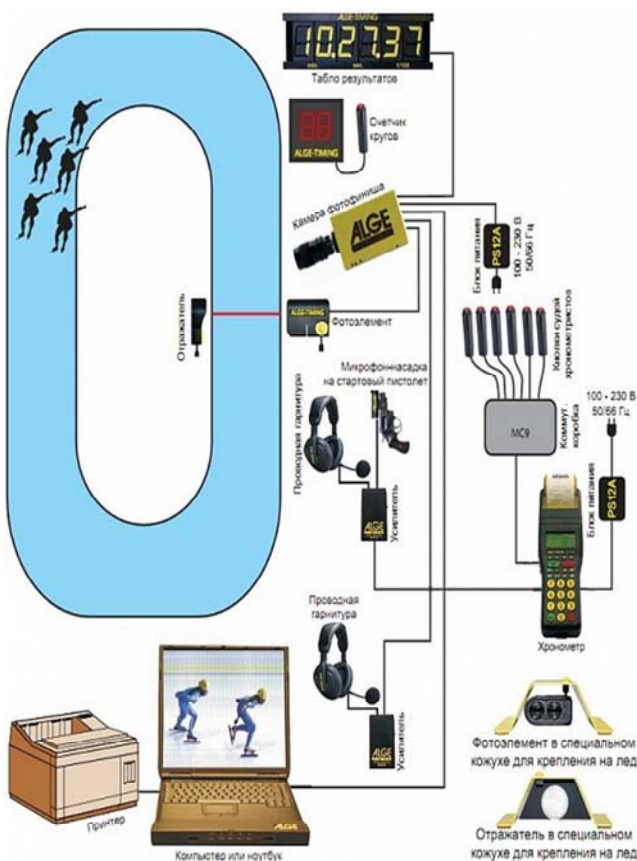


Рис. 31. Система хронометража в шорт-треке [23]

3.4. Хронометраж в легкой атлетике

Легкая атлетика является видом спорта, который включает более 30 дисциплин. Объединяет следующие дисциплины: беговые виды, спортивную ходьбу, технические виды (прыжки и метания), многоборья, пробеги (бег по шоссе) и кроссы (бег по пересеченной местности), является олимпийским видом спорта [26].

Судейство соревнований по всем дисциплинам в легкой атлетике определяется техническим регламентом Международной ассоциация легкоатлетических федераций (ИААФ). ИААФ определяет международные правила проведения соревнований и ведет мировой рейтинг ведущих спортсменов-легкоатлетов. Главные старты, проводимые под эгидой ИААФ, – это соревнования по легкой атлетике в программе Олимпийских игр, а также чемпионаты мира на открытых стадионах и в закрытых помещениях [27].

С учетом большого количества дисциплин в легкой атлетике далее будут рассмотрены особенности применения хронометража и судейства в отдельных ее видах. Мы рассмотрим наиболее применяемые системы различных производителей.

Состав оборудования систем хронометража зависит от различных факторов и определяется возможностями заказчика в соответствии с требованием ИААФ [28].

И в большинстве случаев должны присутствовать следующие составляющие: система обнаружения фальстарта, запуска системы, электронная аппаратура измерения расстояния и системы транспондера с возможностью синхронизации как на треке, так и вне стадиона, табло, камера фотофиниша, передатчик и приемник сигнала, стартовые колодки, стартовое устройство, счетчик кругов, коннекторы для подключения различных элементов [29–35].

В соответствии с Правилем 165 хронометража и фотофиниша ИААФ официальными признаются три альтернативных способа хронометража:

- ручной хронометраж;
- полностью автоматизированный хронометраж с системой фотофиниша;
- хронометраж, обеспечивающийся транспондерной (радиоэлектронной) системой для соревнований, проводимых только в соот-

ветствии с Правилами 230 (соревнования, проводимые частично вне стадиона), 240 и 250.

Отсчет времени производится с момента появления вспышки или дыма после выстрела пистолета или утвержденного стартового устройства до того момента, как любая часть туловища спортсмена (но не голова, шея, рука, нога, кисть или стопа) коснется вертикальной плоскости, проведенной от ближнего к старту края финишной линии. Фиксируется время всех финишировавших спортсменов. Кроме того, там, где это возможно, должно фиксироваться время пробегания каждого круга на дистанциях 800 м и более и время, показанное на каждом километре в соревнованиях от 3000 м и более.

Для судейства беговых дисциплин на крупных соревнованиях используется сертифицированное оборудование различных фирм, разрешенное ИААФ. Хронометристы должны использовать электронные секундомеры с цифровыми показателями и ручным управлением. (В Правилах ИААФ все виды секундомеров называются «часами») [27].

На всех соревнованиях при ручном хронометраже время должно считаться и фиксироваться следующим образом: для соревнований на стадионе, если только время не составляет точно 0.1 секунды, то время преобразуется и читается с точностью до 0.1 секунды в сторону увеличения, т. е. результат 10.11 фиксируется как 10.2. На соревнованиях, которые проводятся частично или полностью вне стадиона, если только время не составляет целую секунду, то время читается и фиксируется до целой секунды в сторону увеличения, результат 2:09:44.3 фиксируется как 2:09:45.

Полностью автоматизированная система фиксации времени и фотофиниша

Оборудование для автоматизированного фотофиниша должно быть утверждено ИААФ на основании поверки его точности, которая была организована за 4 года до соревнований. Оно включается автоматически в момент выстрела стартера таким образом, чтобы общая задержка между выстрелом или видимым обозначением выстрела и включением системы хронометража была постоянной и равной 0.001 секунды или менее.

Система хронометража, которая работает автоматически только на старте или на финише, но не в обоих местах одновременно, не может быть использована для получения официального времени,

так как она не дает ни ручное, ни автоматическое время. В этом случае время, зафиксированное на пленке, ни при каких обстоятельствах не будет считаться официальным, но пленка может быть использована при определении занятых спортсменами мест и временного интервала между бегунами. Примечание: если хронометражное устройство не включается одновременно с выстрелом стартера, временная шкала должна автоматически показать это на пленке.

Система должна фиксировать пересечение линии финиша камерой с вертикальным разрезом, установленной на продолжении линии финиша, создавая непрерывную «картинку». Одновременно при использовании процедуры фотофиниша ведется запись на фотопленку. Запись должна быть синхронизирована с единой временной шкалой, исчисляемой в 0.01 секунды. Чтобы убедиться, что камера правильно расположена, и чтобы облегчить прочтение показаний фотофиниша, пересечения линий дорожки и линии финиша должны быть выкрашены в черный цвет и иметь соответствующее оформление. Любое такое оформление должно быть ограничено только зоной пересечения, выходящей за пределы края финишной линии, ближней к линии старта, не более чем на 2 см, но не до нее.

Места спортсменов определяются по картинке с помощью специального устройства (курсора), гарантирующего перпендикулярность между временной шкалой и «читающим лучом».

Система должна автоматически определять и фиксировать результаты спортсменов на финише и распечатывать фотографию, которая показывает время каждого спортсмена.

Организация работы и требования к системам прописаны в Правилах и предусматривают выполнение определенных требований. Рекомендуется установить минимум две камеры фотофиниша (по одной с каждой стороны дорожки). Предпочтительно, чтобы эти системы хронометража были технически независимы, т. е. имели разные источники питания и записи. И были бы подсоединены с помощью отдельного оборудования и кабелей к стартовому пистолету. Если используются две или более камер фотофиниша, одна из них определяется Техническим делегатом или международным судьей на фотофинише до начала соревнования как официальная. Информация о результатах и занятых местах, полученная с изображения на другой камере (камерах), не принимается во внимание, за исключением случаев, когда есть причина сомневаться в точности

официальной камеры или есть необходимость использовать дополнительные изображения, чтобы исключить неопределенность в порядке финишировавших спортсменов (например, когда изображение спортсменов не видно полностью или частично на официальной камере). Время, зафиксированное системой фотофиниша, считается официальным, если только по какой-то причине соответствующий судья не примет решение о неисправности системы. В этом случае время ручного хронометража считается официальным и, по возможности, должно соответствовать изображению, полученному с системы фотофиниша. Хронометристы должны назначаться, если есть какая-то вероятность выхода из строя системы.

Количество хронометров, судей на фотофинише и судей транспондерной системы в соответствии с Правилom 128 при использовании ручного хронометража назначается исходя из количества спортсменов, участвующих в соревнованиях. Один из них назначается старшим хронометристом. Старший хронометрист должен распределить обязанности между хронометристами. Эти хронометристы должны страховать работу полностью автоматизированной системы хронометража/фотофиниша или транспондерной системы.

Так как комбинаций использования оборудования достаточно много, мы рассмотрим только основные (отдельные) устройства и схемы их подключения.

Передачик данных: RT-120 регистрирует данные и передает их на нужный дисплей.

Пульт управления таймером осуществляет контроль оборудования: включение/выключение нужных функций, управление дисплеями.

Улучшение удобства использования: способность объединения нескольких клавиатур и функциональных клавиш, ввод нагрудного номера и т. д.

LCD-монитор с двумя каналами: поочередно выводит на экран время выполнения и номер бипа. Блок питания для резервной копии данных используется в случае перебоев в питании.

Система фотофиниша Finishlynx в комплектации «Grand Prix Elite».

Комплект **Grand Prix Elite** – это система фотофиниша и хронометража для легкой атлетики. Комплект включает в себя все камеры, программное обеспечение, дисплеи и беспроводную сеть, необходимые для системы мирового класса на международных соревнованиях [30–34].

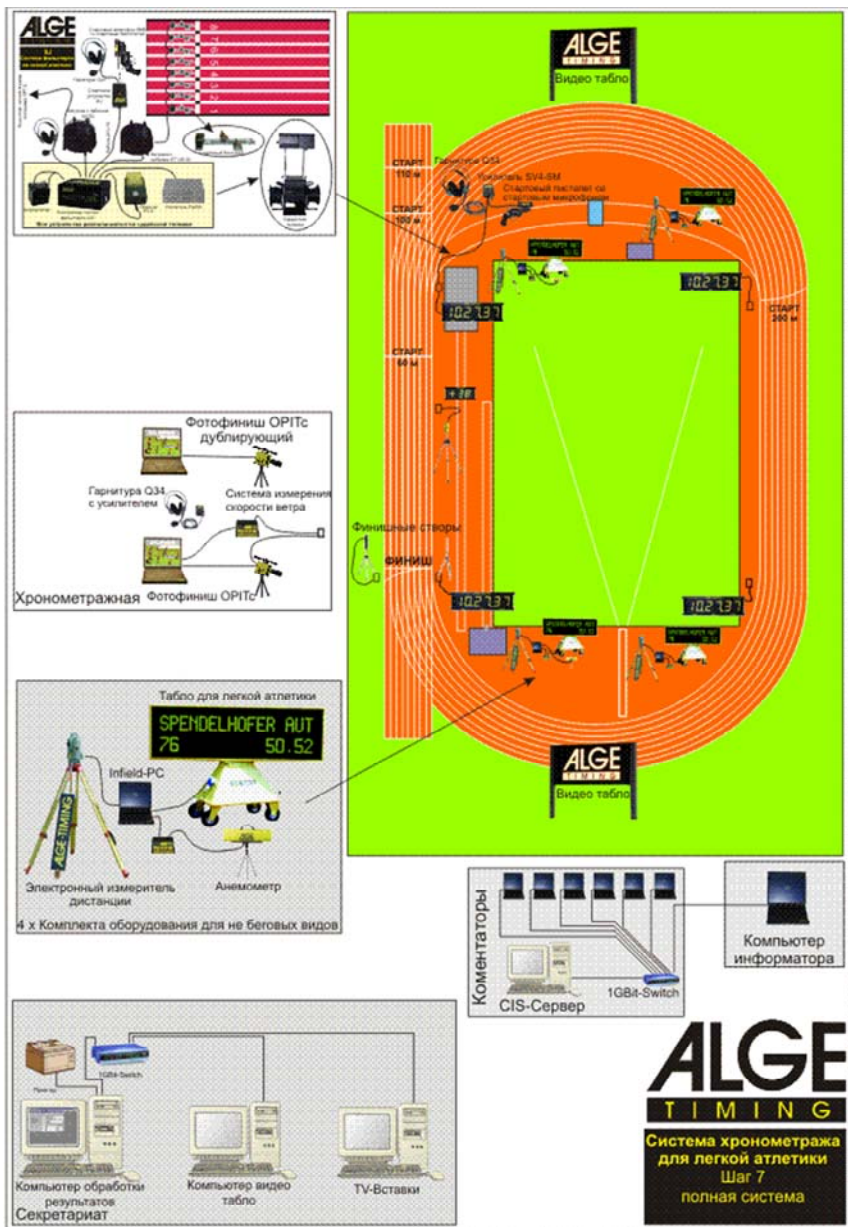


Рис. 32. Система хронометража для легкой атлетики

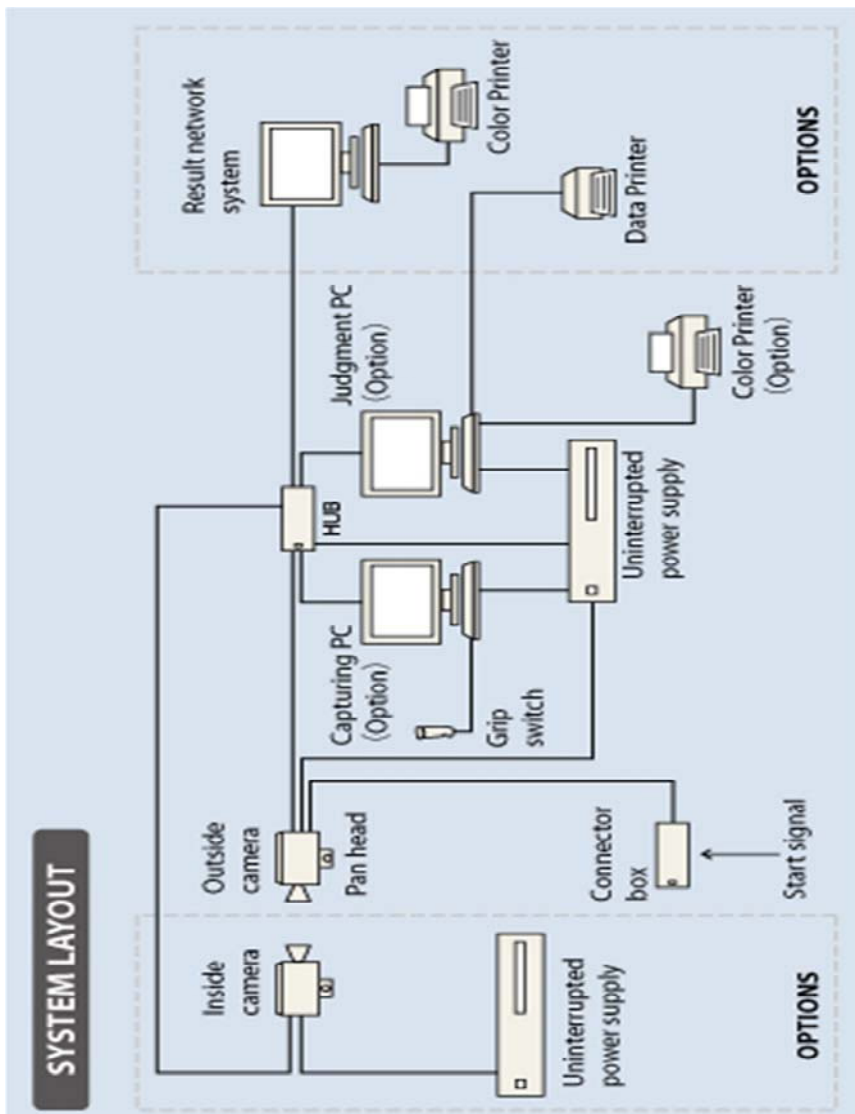


Рис. 33. Схемы подключения оборудования к дополнительными системами

RUNNING TIMER OPERATION BOARD



Рис. 34. Панель управления системой



Рис. 35. Табло

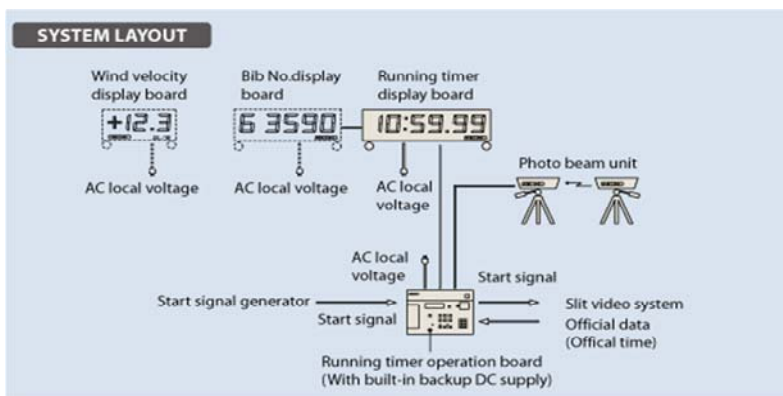


Рис. 36. Схема подключения табло и пульта управления

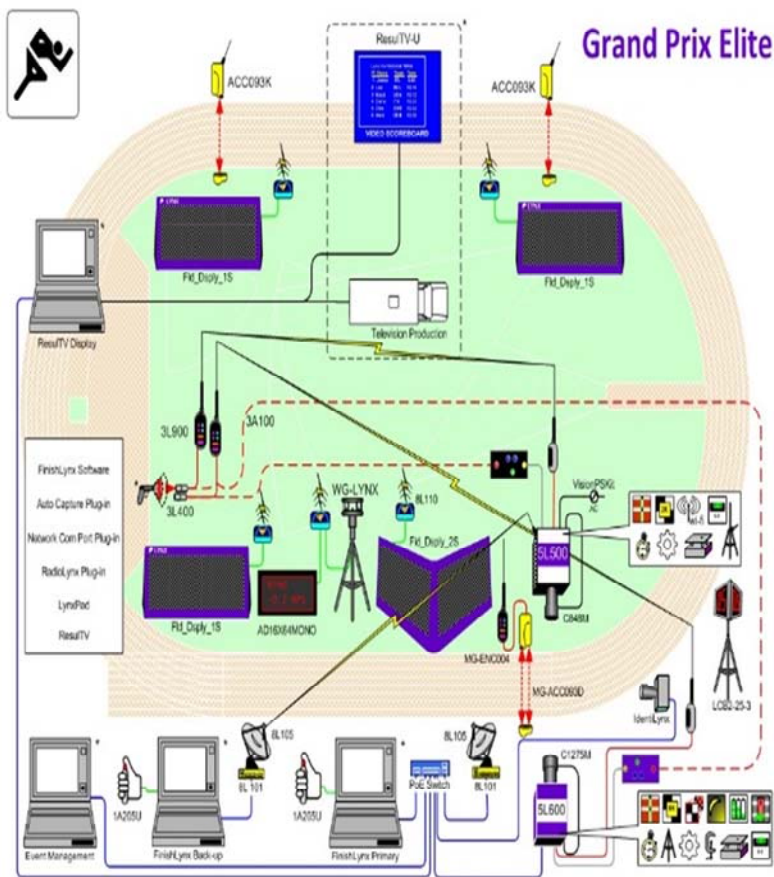


Рис. 37. Комплект и размещение оборудования Grand Prix Elite

Камера **Vision PRO** служит в качестве основного устройства синхронизации и обеспечивает все возможности и функции, необходимые для получения быстрых и точных результатов, подтвержденных IAAF. Vision PRO предлагает захват 6000 кадров в секунду, вертикальное разрешение 2048 пикселей и мощные дополнения, такие как LuxBoost, передачи данных по Wi-Fi, управление электронным фильтром, внутренний аккумулятор, уровень бортовой камеры, дистанционный позиционер, моторизованный зум-объектив и модуль VDM для передачи результатов на видеотабло с подключением по HDMI.

Камера **Vision** является вторичным устройством захвата и подключается к отдельной беспроводной стартовой системе RadioLynx для обеспечения полностью независимых захватов финиша со скоростью 2000 кадров в секунду. Камера Vision дополнена такими функциями, как EasyAlign, LuxBoost, внутренняя батарея и уровень, а также модуль видеодисплея VDM.



Рис. 38. Высокочувствительная камера фотофиниша EtherLynx Vision Pro

Скорость захвата – 6.000 fps, цветная, таймер, EasyAlign, 2048 вертикальное разрешение, опция LuxBoost для работы в низкой освещенности, опция VDM (подключение видеотабло), встроенный в камеру аккумулятор, опция внутреннего уровня, опция электронного фильтра, моторизированный объектив.

Камеры фотофиниша (Photo beam unit)



Рис. 39. Расположение оборудования на финише

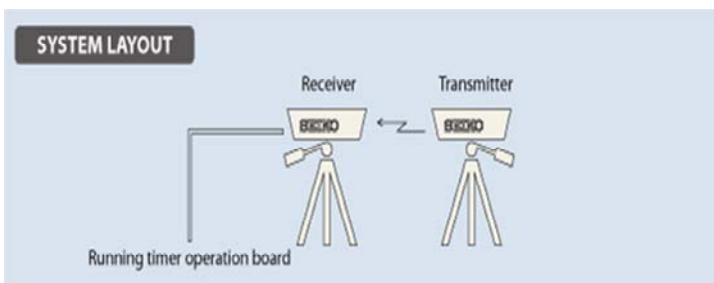


Рис. 40. Принцип работы камер фотофиниша

Photo beam unit состоит из передатчика и приемника сигнала. Когда спортсмен пробегает между ними, приемник обнаруживает перехват луча и мгновенно передает электрический сигнал для измерения времени и вывода результата на дисплей.

Для активации камеры фотофиниша используется кнопка судьи-хронометриста, подключаемая к ноутбуку, на котором запущено ПО FinishLynx.

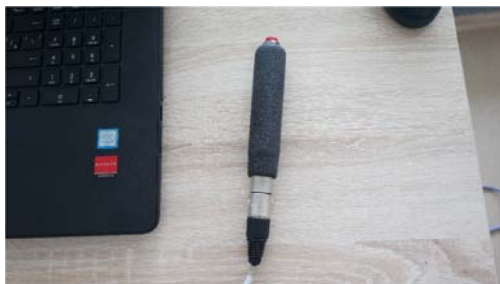


Рис. 41. Кнопка активации камеры фотофиниша

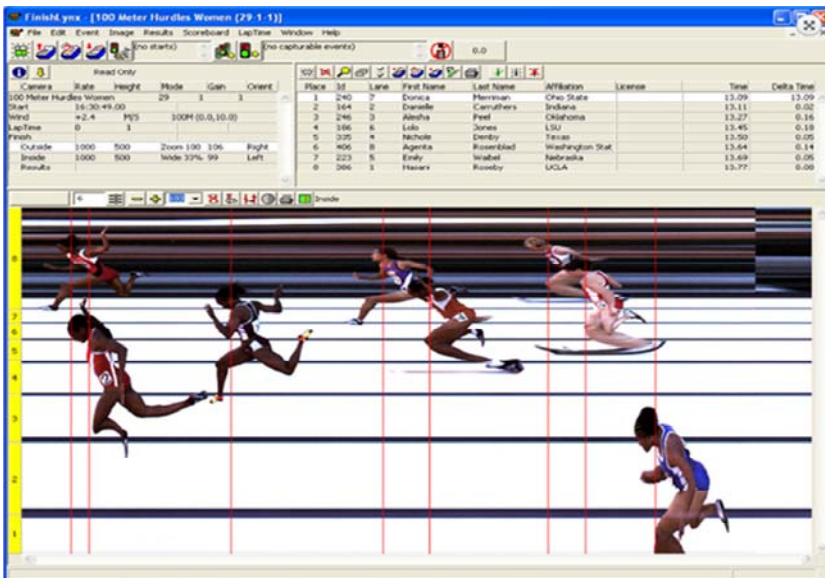


Рис. 42. Интерфейс программы FinishLynx

Для работы с данной камерой используется программное обеспечение FinishLynx.



Рис. 43. Цифровая видеокамера IdentiLynx

IdentiLynx+ 720p Race Timing Video Camera

Цифровая видеокамера полностью интегрирована с результатами фотофиниша FinishLynx. Фактически, оба кадра синхронизированы по времени внутри программного обеспечения. Это означает, что пользователи могут просто щелкнуть в любом месте захвата изображения FinishLynx и посмотреть, как полноцветное видео IdentiLynx переходит точно в тот же момент времени, но показывает вид финиширующих спортсменов спереди.

В IdentiLynx+ масштабирование и фокусировку можно регулировать удаленно с помощью программного обеспечения FinishLynx.

ELECTRONIC STARTING SYSTEM



Рис. 44. Стартовое устройство

Электрический звук выстрела: имитируется звук выстрела настоящего пистолета с дымом после выстрела.

Система работает с помощью встроенной батареи.

Пистолет оборудован световым сигналом, который помогает хронометристу начать измерение.

Функция громкоговорителя: у стартера есть наушники с микрофоном, через которые, при надобности, он обращается к спортсменам/зрителям (могут использоваться несколько наушников с микрофоном).

Система определения фальстарта (false start detection system)

Для справедливого судейства в легкой атлетике используется и система определения фальстарта. Существует несколько производителей систем определения фальстарта, все системы монтируются в стартовые колодки.

Хронометраж Lynx

Система определения фальстарта – ReacTime. С момента своего дебюта на отборочных соревнованиях на Олимпийские Игры 2000 года в США беспроводные системы ReacTime используются на основных легкоатлетических соревнованиях по всему миру.

Эта беспроводная система устанавливается на любые сертифицированные IAAF стартовые колодки, а пакет включает все необходимое, в том числе гарнитуру и принтер. Программное обеспечение ReacTime обеспечивает детальный анализ времени реакции и стартового усилия после старта [34].

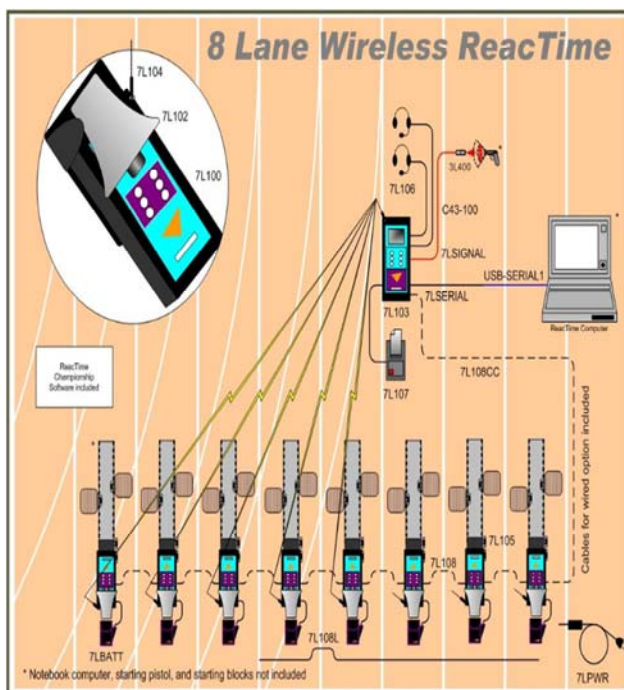


Рис. 45. Схема подключения системы определения фальстарта ReacTime



Рис. 46. Построчный принтер для записи времени реагирования: стартовый пистолет (центр управления фальстартом, микрофон и наушники стартера и отзывного стартера)

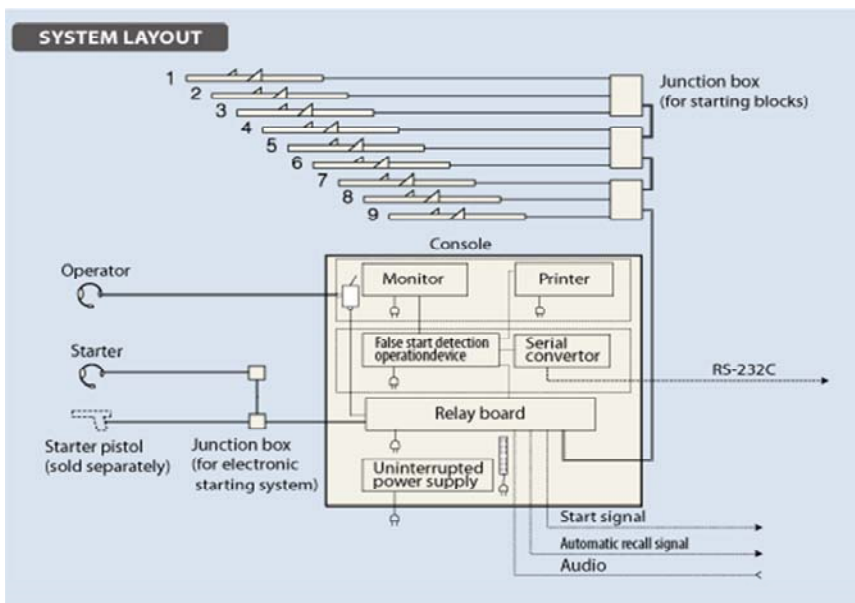


Рис. 47. Принципиальная схема работы системы фальстарта



Рис. 48. Стартовые колодки со встроенной системой определения фальстарта

Табло. Для соревнований применяются односторонние и двусторонние светодиодные табло Lynx.

На них транслируют результаты, время выполнения, информацию о спортсмене/событии и пользовательский текст с любого источника, подключенного к HDMI, такого как ноутбук или нетбук.

Двусторонняя версия сочетает в себе две светодиодные панели с прочной стойкой, защищенной от атмосферных воздействий, и чаще всего применяется как дисплей финишной черты для отображения времени бега и результатов гонки в реальном времени.

Двусторонний дисплей также подключается непосредственно к камере Vision или Vision PRO для отображения данных о гонках в реальном времени и изображений FinishLynx с помощью модуля видеодисплея.

Ультразвуковой измеритель скорости ветра Lynx, а также автономный контроллер для измерения скорости ветра позволяют измерять скорость ветра независимо от ПО FinishLynx.



Рис. 49. Табло-счетчик кругов (3 грани)



Рис. 50. Одностороннее табло

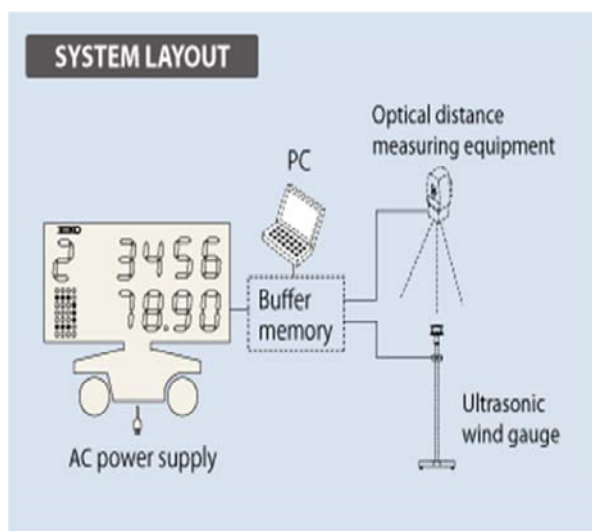


Рис. 51. Передвижное табло и схема его подключения

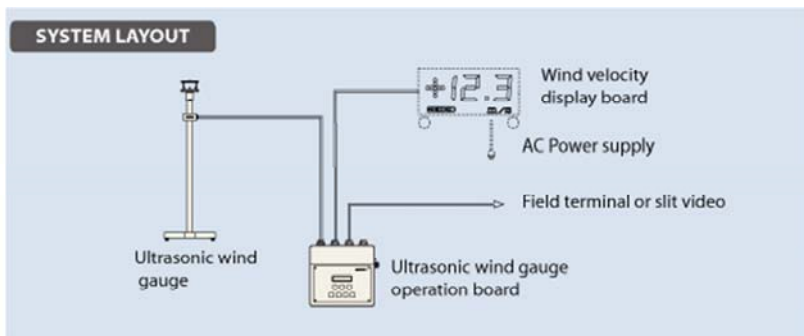


Рис. 52. Схема подключения измерителя скорости ветра и ультразвуковой измеритель скорости ветра Lynx

Вращающийся маяк может быть установлен в автоматическом или ручном режиме. В автоматическом режиме он вращается в течении 5 секунд за 15 секунд до конца времени на попытку и еще 5 секунд после окончания времени.



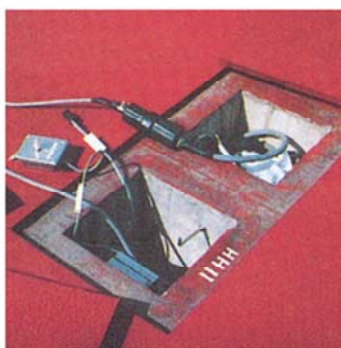
Рис. 53. Вращающийся маяк

Вращающийся маяк осуществляет три вида подсчета: секундомер, таймер, повторяющийся таймер. На таймере может быть установлено до 9 минут 59 секунд.

Все устройства системы судейства подключаются через различные кабели и соединяются через определенные коннекторы. Так должно быть предусмотрено следующее: распределительная коробка; отверстия для кабелей; соединительная коробка для наушников; соединительная коробка для системы измерений; силовой кабель, коробки для подачи переменного тока; кабели, соединяющиеся с компьютером, и др. Для реализации возможности подключения применяются различные технические решения.



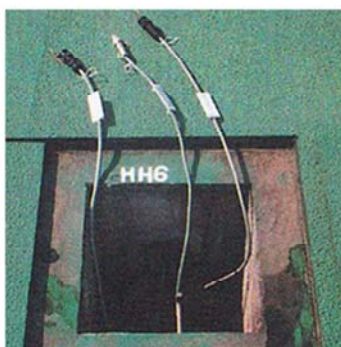
Junction box installed in hand hole



Sub hand hole for signal and power cables



Power cable from sub hand hole is connected to connector box for AC power supply

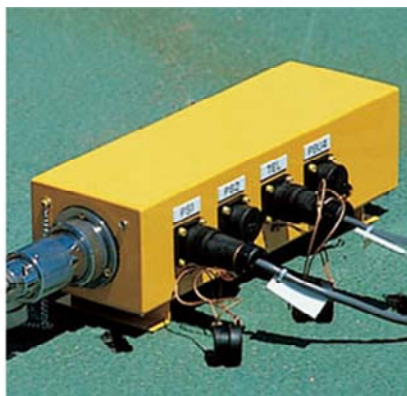


Cable connected to computer terminal (center)

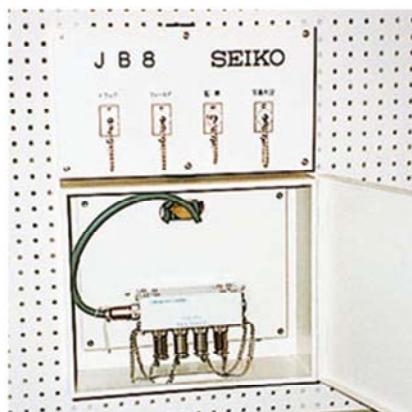
Рис. 54. Примеры технических решений подключения системы



Connector box for headset (for outdoors)



Connector box for measurement (for outdoors)



Upper: Connector box for headset (for indoors)

Lower: Connector box for computer (for indoors)

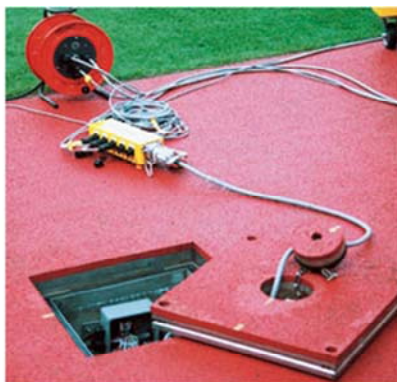


Connector box for measurement (for indoors)

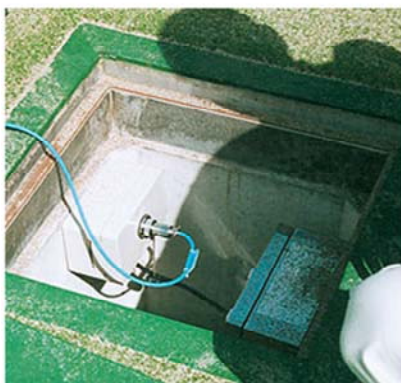
Рис. 55. Коннекторы для подключения различных элементов



Extraction of cable from hand hole (1)



Extraction of cable from hand hole (2)



Connector box installed in hand hole (1)



Connector box installed in hand hole (2)

Рис. 56. Коннекторы для подключения различных элементов

Измерение расстояний (OPTICAL DISTANCE MEASURING EQUIPMENT)

Измерение дистанции в технических видах осуществляется с помощью ИК луча. Применяется в 8 видах: метание копья, метание молота, метание диска, толкание ядра, прыжок в длину, тройной прыжок, прыжок в высоту и прыжок с шестом. Результаты могут выводиться онлайн на дисплей и компьютер во всех видах кроме прыжков в высоту и прыжков с шестом.

Результаты сохраняются до тех пор, пока не будут удалены, либо пока не выключится система.

Тахеометр применяется для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Он используется в легкой атлетике в таких дисциплинах как прыжок в длину, тройной прыжок, толкание ядра, метание копья, молота, диска. С этим прибором сокращается время замера попытки спортсмена, а также погрешность измерения сводится почти к нулю, так как при использовании рулетки судья может не натянуть или же наоборот перетянуть ее, что даст неточный результат.



Рис. 57. Тахеометр

3.5. Устройство для хронометража в судействе соревнований по прыжкам на батуте

Судейство соревнований в прыжках на батуте проходит в соответствии с Правилами соревнований международной Федерации гимнастики (ФИЖ); техническими регламентами ФИЖ и специальные регламенты для прыжков на батуте.

Хронометраж времени полета измеряется при помощи оборудования синхроаппарат TMD AS1T.

Устройство предназначено для измерения времени полета при выполнении индивидуальных прыжков на батуте и для оценки синхронности приземления при выполнении упражнении парой спортсменов. Состав устройства: пульт управления с индикатором; комплект передатчиков и приемников; сетевой адаптер; соединительные провода.



Рис. 58. Синхроаппарат TMD AS1T

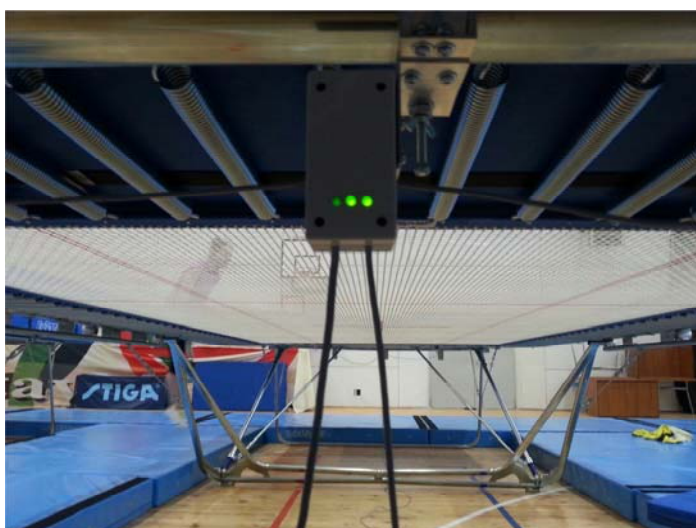
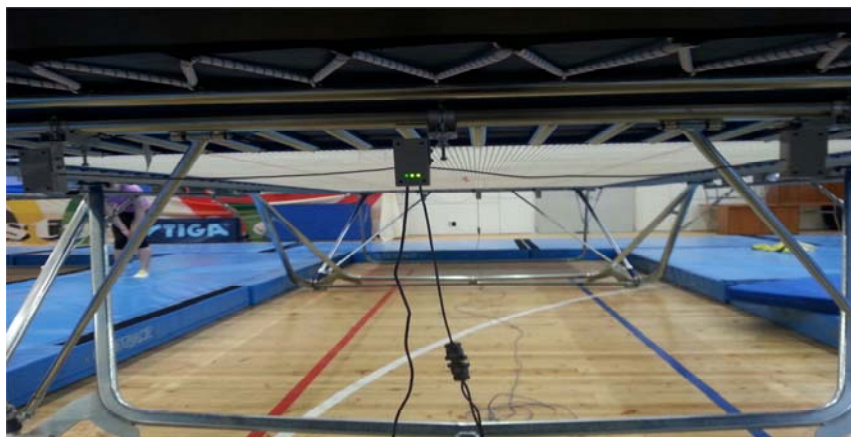


Рис. 59. Пример крепления установленного оборудования для хронометража

Технические характеристики: число измеряемых прыжков – от 1 до 10. Пределы измерения асинхронизма приземления пар – от 0,01 до 0,1 с. Диапазон измерения времени полета – от 0,8 до 2,0 с. Погрешность измерения времени полета – $\pm 0,005$ с. Минимально измеряемое время – 0,005 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном пособии рассмотрена лишь небольшая часть систем хронометража, применяемых в спортивной деятельности. В заключении необходимо отметить, что постоянно совершенствуются и меняются электронные устройства, которые направлены на повышение объективности судейств. Немаловажная роль в хронометраже отводится и системам с искусственным интеллектом, которые предполагают получение информации не только для объективного судейства, но для совершенствования тренировочного процесса. В настоящее время в отдельных видах спорта часть работы судей-хронометристов выполняют системы с искусственным интеллектом.

Присутствующие на мировом рынке производители оборудования для хронометража спортивных соревнований в значительной мере специализируются на техническом обеспечении отдельных видов спорта.

Системы Alge-timing и Lynx предназначены для модульной установки своих компонентов в системе судейского хронометража. Компоненты системы Omega не зависят от комплексности и могут устанавливаться с элементами других компаний. Компания Lynx предоставляет свои судейские системы, направленные на легкую атлетику, Alge-timing направлен на системы хронометража водных видов спорта, а оборудование хронометража Omega направлено как на легкую атлетику, водные виды спорта, так и на игровые виды спорта, представляя расширенный список оборудования. Система Alge-timing предназначена более для тренировочного комплекса спортсменов и проведения мелких соревнований, Omega же и Lynx предназначены для проведения более крупных соревнований.

За последние годы интерес к спортивной отрасли значительно возрос, использование ресурсов спортивных сооружений направлено на привлечение людей не только в качестве потребителей физкультурно-спортивных услуг, но также и в качестве зрителей различных мероприятий.

Все системы и оборудование высокотехнологичны и предполагают эксплуатацию квалифицированными специалистами. Системы хронометража в спортивной деятельности постоянно совершенствуются.

И невозможно представить функционирование систем хронометража без информационного обеспечения. Обеспечение бесперебойной работы данного компонента является основополагающим в работе спортивного объекта.

Материал, изложенный в пособии, поможет будущим специалистам сформировать необходимые профессиональные компетенции. Представленный материал может быть полезен студентам, магистрантам и специалистам спортивных объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История спортивного хронометража с 1731 по 2001 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oclock.info/library/articles/readarticle.php?tid=137&aid=148>.
2. Хронограф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://luxwatch.ua/specialdescription/8>.
3. История спортивного хронометража [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://racedatapro.blogspot.com/2013>.
4. История хронометража забегов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://timingsense.com/ru/blog/historia-del-cronometraje-de-carreras-2/>.
5. Хронофотография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki2.org/ru/Хронофотография>.
6. Сайт компании Longines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: longines.com.
7. Сайт компании Omega [Электронный ресурс]. – Режим доступа: omega.com.
8. Сайт компании Microgate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: microgate.it.
9. Longines: Луч света в царстве спорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mywatch.ru/articles/brand_565.html.
10. Схемы систем хронометража и спортивного судейства по видам спорта [Электронный ресурс] – <https://www.sport-line.ru/timing/schemes/>.
11. Сайт компании My Laps [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mylaps.com/timing-solutions-active/prochip>.
12. Сайт компании Tagheuer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tagheuer-timing.com/ru/tag-heuer-Lynx-photofinish-camera>.
13. QUANTUM AQUATICS – TIMING SYSTEM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.swisstiming.com/fileadmin/Resources/Data/Datasheets/DOCM_AQ_Quantum_1015_EN.pdf.
14. Киркнел, Мэй с соавт. Технологии представления событийной информации с использованием визуализации хронометража событий: патент RU2015113124А// б-ка ФИПС, 2013. – 2 с.
15. Впервые на велогонке будет использована хронометражная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://point.md/ru/>

novosti/sport/vpervie-na-velogonke-budet-ispoljzovana-hronometrazh-naya-sistema.

16. Intel And Alibaba Bring AI-Powered 3-D Athlete-Tracking Technology To Tokyo Olympics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2019/01/08/intel-and-alibaba-bring-ai-powered-3d-athlete-tracking-technology-to-tokyo-olympics/?sh=685abd897c14>.

17. Alibaba займется квантовыми процессорами и искусственным интеллектом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.urank.ru/news/n1alibaba-zaymetsya-kvantovymi-processorami-i-iskusstvennym-intellektom/>.

18. Транспондеры для судейства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikinew.wiki/wiki/Transponder_timing???history=0&pfid=1&sample=154&ref=1.

19. Официальный сайт Международного союза биатлонистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.biathlon-world.com/ru>.

20. Система спортивного хронометража – взгляд изнутри [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/366249/>.

21. Официальный сайт FINA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fina.org>.

22. Системы судейства и хронометража для бассейна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teamprofiils.com/pools/equipment/timing.php>.

23. Системы судейства и хронометража для бассейна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sport-line.ru/>.

24. Система судейства для шорт – трека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.issport.ru/upload/iblock/126/shorttrack>.

25. Сайт международной федерации легкоатлетических федераций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldathletics.org/НОМЕ>.

26. Правила хронометража и фотофиниша ИААФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldathletics.org>.

27. Легкая атлетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/32101>.

28. Фотофиниш [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотофиниш>.

29. Легкая атлетика. Оборудование хронометража и табло. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alge-timing-rus.ru/images/doc/Легкая%20атлетика-ERU.pdf>.

30. Беспроводная стартовая система RadioLynx [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elastomer.org/fotofynysh-timing/optional-equipment/besprovodnaya-startovaya-sistema-radiolynx/>.

31. Сайт компании ЗЕЛБАЙК ХРОНО [Электронный ресурс] – URL: <http://chrono.zelbike.ru/>.

32. Система фальстарта для легкой атлетики SJC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alge-timing.com/alge/download/manual/sj/SJ-b-rus.pdf>.

33. Инструкция по эксплуатации Тимy3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alge-timing.com/alge/download/manual/Timy3/Timy3- Allgemein-BR.pdf/>.

34. Судейство и хронометраж для легкой атлетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.avkggroup.at/articles/sudejstvo-i-hronometrazh-dlya-legkoj-atletiki>.

35. Решения по спортивному хронометражу и управлению данными [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.finishlynx.com/allsports/cycling/ru_RU/cycling_over.html.

36. Сайт компании 3 SPORT TIMING [Электронный ресурс]. – URL: <http://3sport.org/timing>

37. СЕЕ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mennekes.ru/index.php?id=industriesteckvorrichtungen-neu&L=7>.

38. FindPatent [Электронный ресурс] / Светодиодный матричный плоский экран. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/138/1385132.html>.

39. FREEPATENT [Электронный ресурс] / Переносной светодиодный экран. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2411590>.

40. Video performance [Электронный ресурс] / CATALYST MEDIA SERVERS PRO, DV, EXPRESS, LITE. – Режим доступа: <http://www.malbred.com/zhelezo-dlya-vj/satalyst-media-servers-pro-dv-express-lite/all-pages.html>.

Учебное издание

БАРАНОВСКАЯ Дайга Инаровна

ХРОНОМЕТРАЖ В СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Пособие

для студентов направления образования 60
«Техника физической культуры и спорта»

Редактор *А. Д. Спичёнок*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 07.02.2022. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 4,42. Уч.-изд. л. 3,45. Тираж 100. Заказ 628.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.