

Белорусский национальный технический университет

Спортивно-технический факультет

Кафедра «Спортивная инженерия»

Электронный учебно-методический комплекс

по учебной дисциплине

«Автоматизированные системы судейства»

для специальностей

1-60 01 01 «Техническое обеспечение эксплуатации спортивных объектов»

6-05-0716-02 «Спортивная инженерия»

Составитель:

Барановская Дайга Инаровна, старший преподаватель кафедры
«Спортивная инженерия»

Минск БНТУ 2024

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Автоматизированные системы судейства» предназначен для специальностей 1-60 01 01 «Техническое обеспечение эксплуатации спортивных объектов», 6-05-0716-02 «Спортивная инженерия», 7-06-0716 02 «Спортивная инженерия».

Содержание разделов ЭУМК соответствует образовательным стандартам специальностей, структуре и тематике учебной программы.

Целью ЭУМК является объединение учебно-методических ресурсов по учебной дисциплине «Автоматизированные системы судейства» в единый образовательный блок, позволяющий эффективно осуществлять обучение, в том числе, самостоятельно.

Задачи электронного учебно-методического комплекса:

- реализация программы учебной дисциплины «Автоматизированные системы судейства»;
- получение доступа ко всем разделам учебной дисциплины;
- обеспечение эффективного освоения обучающимися учебного материала, входящего в программу дисциплины;
- создание условий для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

ЭУМК включает теоретический, практический и вспомогательный разделы, а также раздел контроля знаний студентов.

Теоретический раздел содержит материалы для изучения дисциплины в виде краткого конспекта лекций по темам, включенным в учебную программу, представленного виде презентаций. Практический раздел включает содержание практических и лабораторных занятий, вопросы для проверки знаний, тестовые задания, задачи и. Контрольный раздел содержит примерные вопросы к экзамену, темы рефератов и вопросы для самостоятельной работы студентов. Вспомогательный раздел содержит учебную программу и пособие «Хронометраж в спортивной деятельности».

Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Автоматизированные системы судейства» подготовлен в соответствии с требованиями Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением министерства образования Республики Беларусь от 26.07.2011 № 167.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	4
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
КОНТРОЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	14
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	18

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СУДЕЙСТВА

Тема 1. Общая характеристика автоматизированных систем судейства

*Автоматизированные системы
судейства* в спорте
предназначены для помощи или
замены судей-людей с помощью
технологий для принятия
решений во время игр.

Цель и преимущества

- Точность.

Автоматизированные системы направлены на снижение человеческих ошибок и повышение точности решений.

- Последовательность.

Они обеспечивают единообразное принятие решений в различных играх и мероприятиях.

Цель и преимущества

- Эффективность.

Эти системы могут ускорить процесс принятия решений, сокращая задержки во время игр.

Используемые технологии

- Видеоанализ.

Камеры фиксируют действие под разными углами, которые анализируются в режиме реального времени.

- Датчики и носимые устройства.

Устройства, прикрепленные к игрокам или оборудованию, могут отслеживать движение и взаимодействие.

Используемые технологии

- ИИ и машинное обучение.

Алгоритмы обрабатывают данные для принятия решений или предоставления рекомендаций.

- Технология определения линии ворот.

Используется в таких видах спорта, как футбол, для определения того, пересек ли мяч линию ворот.

Применение в различных видах спорта

- Футбол: VAR (видеопомощник судьи) и технология определения линии ворот.
- Теннис: система Hawk-Eye для определения линии.
- Крикет: DRS (система проверки решений) для проверки решений судьи.
- Баскетбол: системы мгновенного воспроизведения для просмотра игр.

Недостатки системы

- Технические сбои: системы могут работать со сбоями или предоставлять неверные данные.
- Стоимость: высокие затраты на внедрение и обслуживание могут стать препятствием.
- Принятие: сопротивление со стороны игроков, тренеров и болельщиков, которые предпочитают традиционное судейство.

**Тема 2. Системы
хронометража.
Особенности их
функционирования**

Системы хронометража –
системы, отсчитывающие и
фиксирующие время,
требуемое на выполнение
тех или иных действий.

Транспондерные системы хронометража - системы в которых присутствует чип, передающий сигнал (устанавливается на объекте, результат которого надо измерить) и петля, считывающая этот сигнал.

Системы с фотофинишем - ЭТО
СИСТЕМЫ В КОТОРЫХ ФИКСАЦИЯ
ФИНИША ПРОИЗВОДИТСЯ
ВИДЕОУСТРОЙСТВОМ,
СИНХРОНИЗИРОВАННЫМ С
ХРОНОМЕТРОМ, ХРОНОМЕТР
ЗАПУСКАЕТСЯ ОТ СТАРТОВОГО
ПИСТОЛЕТА.

Хронометр Swiss Timing OMEGA Power Time 2



Камера фотофиниша Alge-Timing



Компания **ALGE-TIMING** является одним из мировых лидеров по разработке, производству и поставке систем электронного хронометража и систем судейства для любых видов спорта. Компания была основана в 1953 году. Многолетний опыт и постоянные разработки новых усовершенствованных систем позволили добиться высочайшего качества при приемлемых ценах.

**Тема 3.
Информационные
табло в системе
судейства**

Информационные табло



На цифровых табло может выводиться только цифровая информация, на алфавитно-цифровых: цифровая, текстовая и в зависимости от модели — графическая.



Цифровые табло на блинкерных индикаторах
ALGE-TIMING



Полноматричное мобильное табло Dot-Full-Matrix

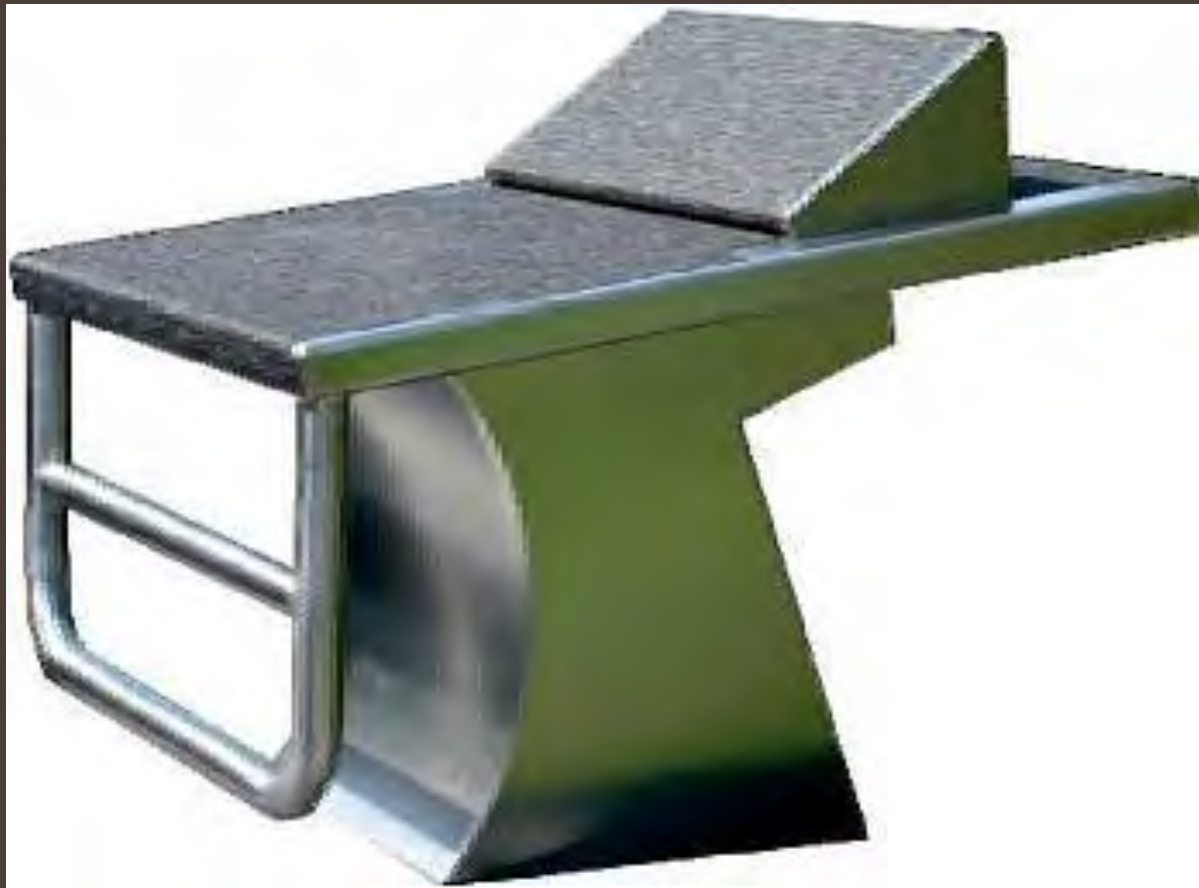


Полноцветное видео-табло

Тема 4.
Автоматизированные
системы судейства,
используемые на старте и
финише



Стартовое устройство



Стартовый блок с датчиком фальстарта

ALGE OPTiс2n включает:

- . Камера фотофиниша OPTiс2n
- . C-Mount адаптер
- . CD диск с программным обеспечением и описанием

Дополнительные устройства для ALGE OPTiс2n:

- IEEE 1394 PCI карта для PC
- IEEE 1394 PC-карта для ноутбука
- Штатив для установки камеры TRIMAN
- Вращающаяся головка для штатива (для вращения камеры в 3-х плоскостях)
- Zoom объектив Z75 (12.5 - 160 mm / F1.2)
- Автоматический Zoom объектив MZ75 (12.5 - 160 mm / F1.2), управление от компьютера
- Автоматический Zoom объектив MZ160 (16 - 160 mm / F1.8 – 1400), управление от компьютера
- Широкоугольный объектив L8.5 (8.5 mm / F1.0)

- Защитный кожух для камеры
- Кабели IEEE1394, различной длины
- Преобразователь оптоволоконный IEEE1394В преобразователь для оптоволоконна, GLAS1394
- Оптоволоконные кабели различной длины, на катушке или без
- Стартовый микрофон SM8 с креплением для стартового пистолета
- Усилитель SV4/SM
- Гарнитурa Q34 или HS-1/D
- Инфракрасные створы PR1a (Дистанция: от 1 до 25 м)
- Инфракрасные створы RLS1a-d (Дистанция: до 150 м)
- Тройные инфракрасные створы RLS3c со штативами (для легкой атлетики)

- Кнопка оператора 020-02
- Цифровые табло (например GAZ4 или D-LINE)
- Графические табло для стадиона
- катушка с 2-жильным стальным кабелем
- Система измерения скорости ветра WS2 для легкой атлетики

Тема 5. Системы хронометража для видов спорта

**Тема 5.1. Системы
хронометража для
ЗИМНИХ ВИДОВ СПОРТА**

Основные составляющие системы судейства:

Использование обычного секундомера судьей

Лазерный финиш

Транспондерная петля

Фотофиниш

Во время соревнований используется сразу несколько систем судейства.

Для удобства и безопасности проведения соревнований.

Для конькобежного спорта

Лазерный финиш

Состоит из трех составляющих:

Первое это лазерная установка

Вторая часть это стартовая база

Третья часть это расположение в судейской

Лазерная установка



- Состоит из самого устройства что подает лазер и зеркальца которое отражает данный лазер обратно. При пересечении которого таймер останавливается

Шкаф коммутации



- К шкафу подключается два кабеля которые подают сигналы для двух лазеров . Для внешней и внутренней линии

Шкаф коммутации



Возле старта используются другие входы у шкафа, а именно:

- Start1
- Intercom

Они отвечают за принятие стартового сигнала и связи через систему интерком

Стартовое устройство



- Состоит из самого устройства которое подает звуковой сигнал (выстрел) и световой (вспышка лампочки) для начала забега.

К устройству подсоединено :

- Стартовый пистолет
- Наушники интерком
- Микрофон
- Питание
- Кабель стартового сигнала

Наушники интерком



- Данная система является телефоном, который напрямую связан с судейской, где судья на постоянной основе общается с судьей который расположен на старте. Сеанс связи идет постоянно и не прерывается

Табло времени



- После выстрела судьей из стартового пистолета идет сигнал начала старта. И начинается отсчет времени на табло. Завершается время после пересечения лазерной линии

Транспондерная петля

- Участникам раздают датчики которые крепятся к ноге и они при пересечении транспондерной петли подают сигнал в судейскую на компьютер.

Используется по большей части в массовых заездах

Фотофиниш



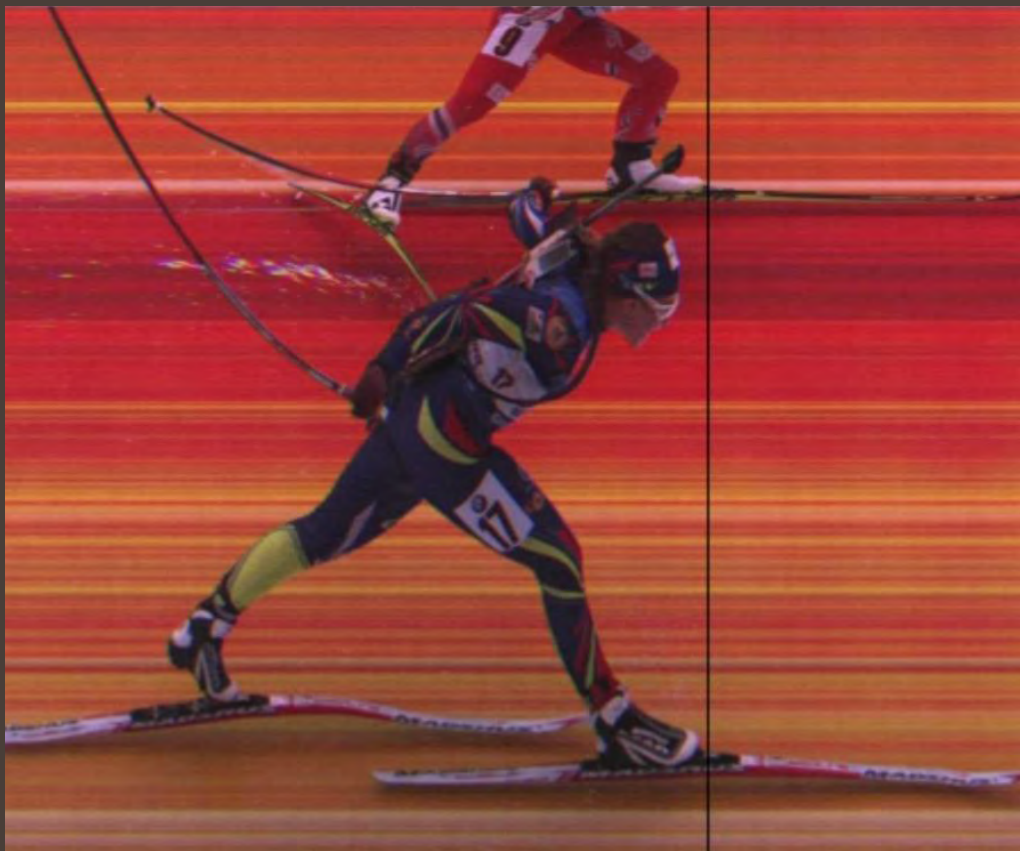
- Камеры расположены вдоль всей площадки на местах возможных финишей. Они совершают огромное количество снимков в секунду и предназначены для решения спорных вопросов . Не используются по одиночке

**Тема 5.1.1.
Хронометраж для
биатлона и лыжных
ГОНОК**

*Оборудование для спортивного
хронометража:*

1. Пассивные элементы
2. Камеры фотофиниша
3. Транспондерные системы





Фотофиниш



Стартовая калитка

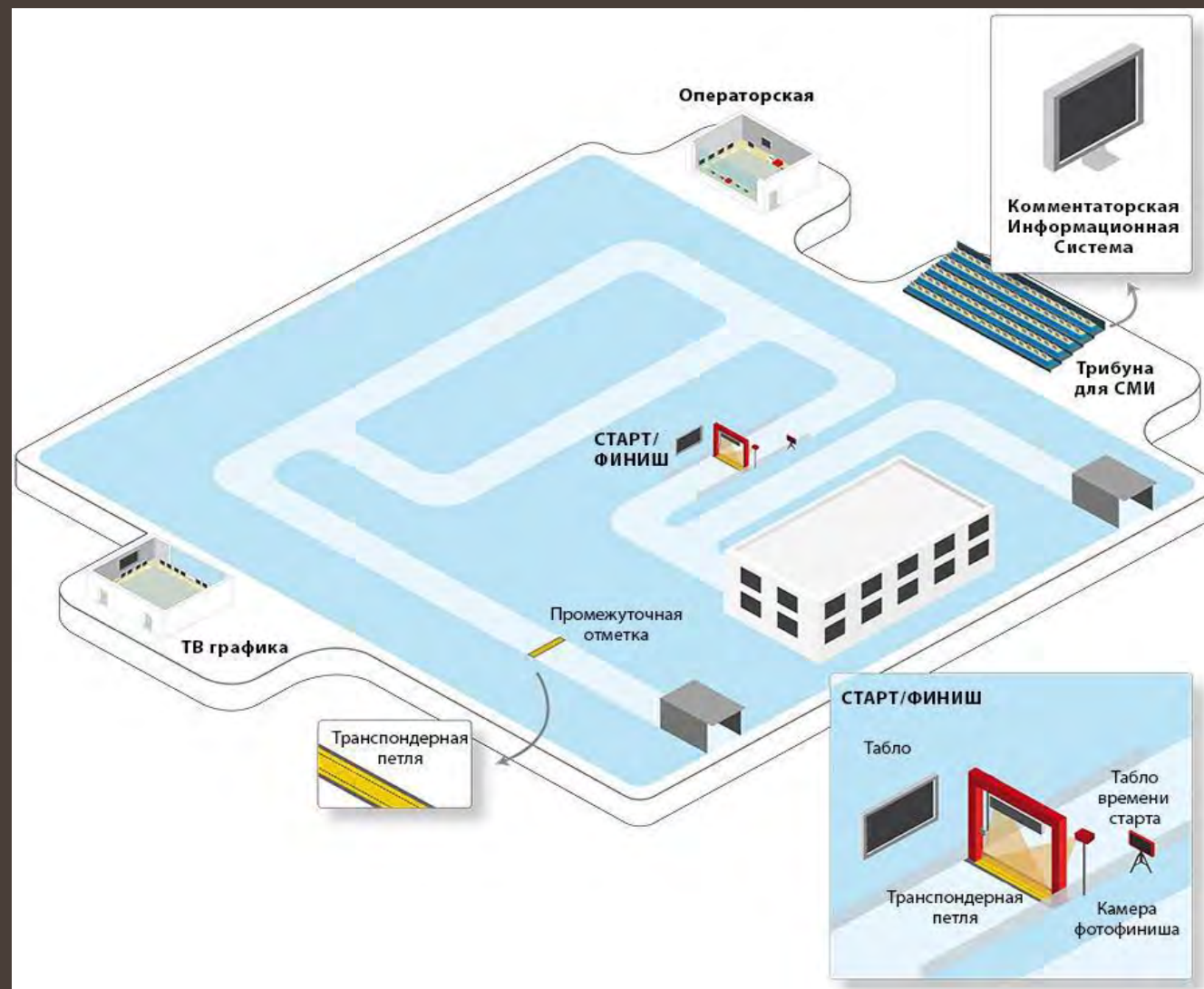


Декодер SR-01



Транспондер S-Tag

Система судейства и хронометража для лыжного спорта



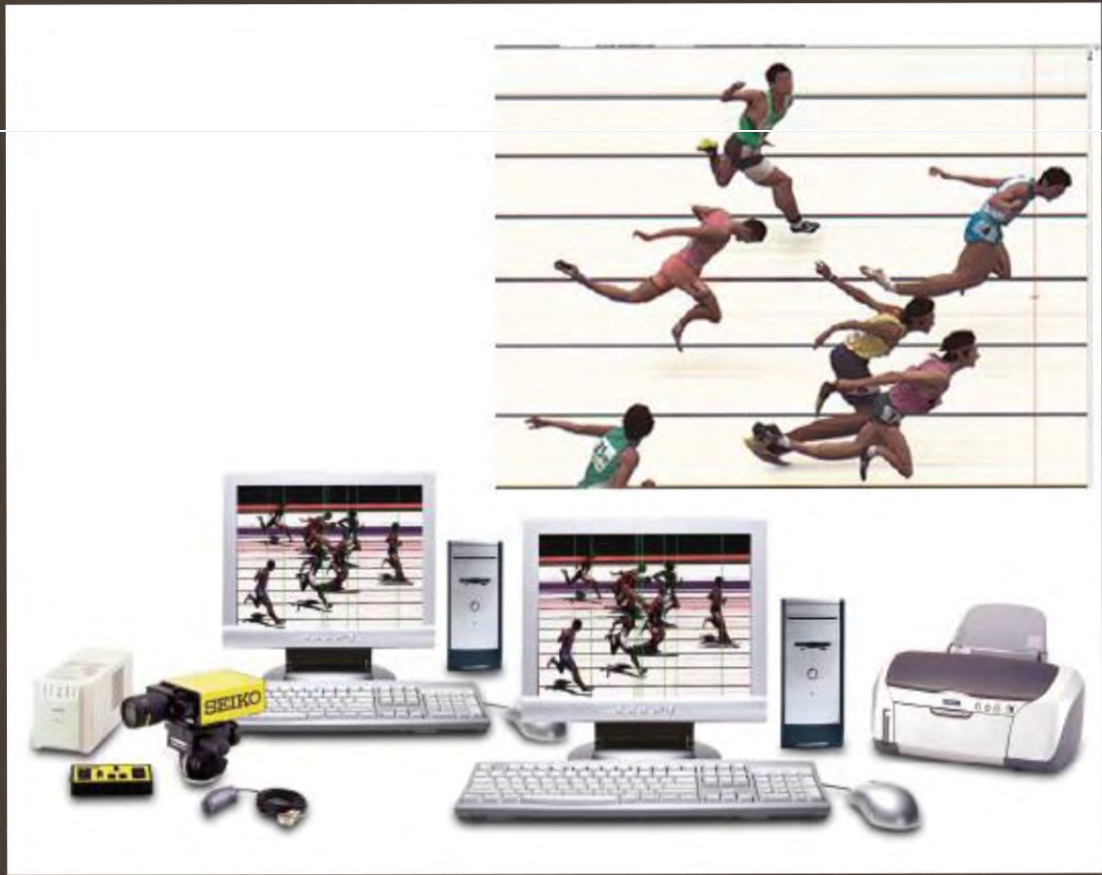
SIWIDATA (*сивидата*) — это специальное интерактивное веб-приложение, которое позволяет в режиме реального времени следить за ходом биатлонной гонки в текстовом формате, узнавать расписание турниров, оперативно получать старт-листы на ближайшие соревнования, знакомиться с положением спортсменов и стран в зачетах Кубка мира и Кубка IBU, обеспечивает доступ к большому количеству профильной статистической информации.

Тема 5.2. Системы судейства в легкой атлетике

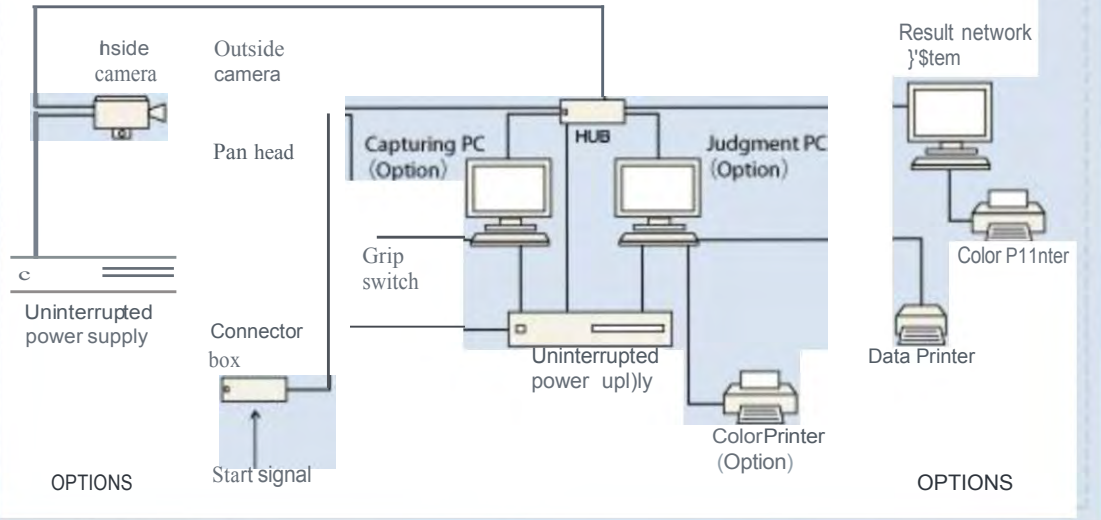
SEIKO Track and Field system

SEIKO обеспечивает внедрение самых современных технологий в измерительное оборудование, разработанные специально для легкой атлетики.

Среди поставляемого оборудования изготовленного на самом высоком уровне, в том числе - обнаружение фальстарта запуска системы, электронная аппаратура измерения расстояния и системы транспондера синхронизация как на треке так и вне стадиона.



SYSTEM LAYOUT



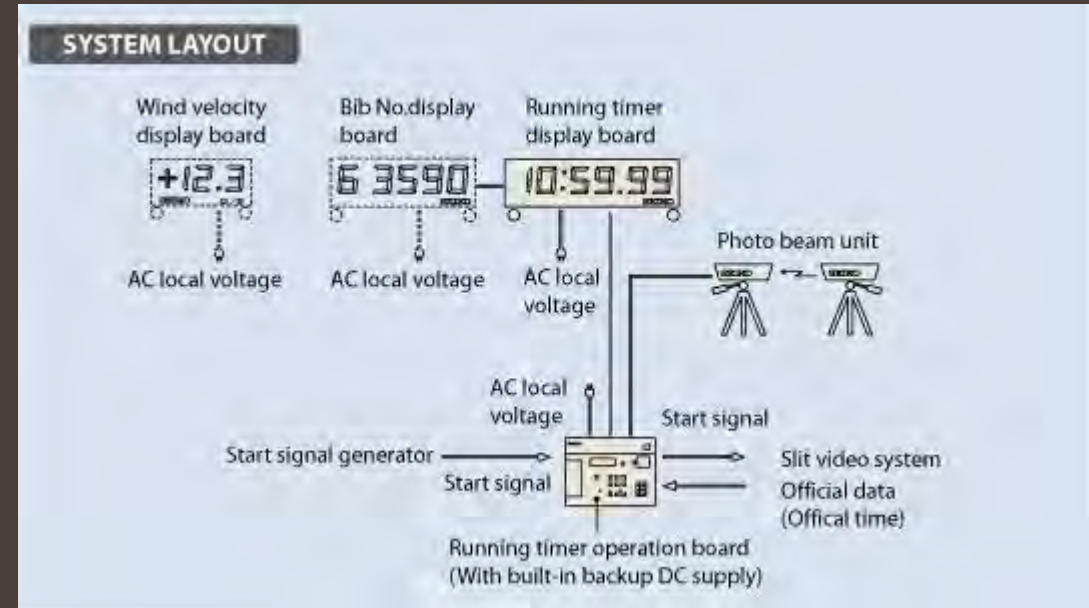
RUNNING TIMER OPERATION BOARD

Передачик данных: RT-120 регистрирует данные и передает их на нужный дисплей. Контроль оборудования: включение/выключение нужных функций, управление дисплеями.

Улучшение удобства использования: способность объединения нескольких клавиатур и функциональных клавиш, ввод нагрудного номера и тд. LCD-монитор с двумя каналами: поочередно выводит на экран время выполнения и номер библа.

Блок питания для резервной копии данных используется в случае перебоев в питании.

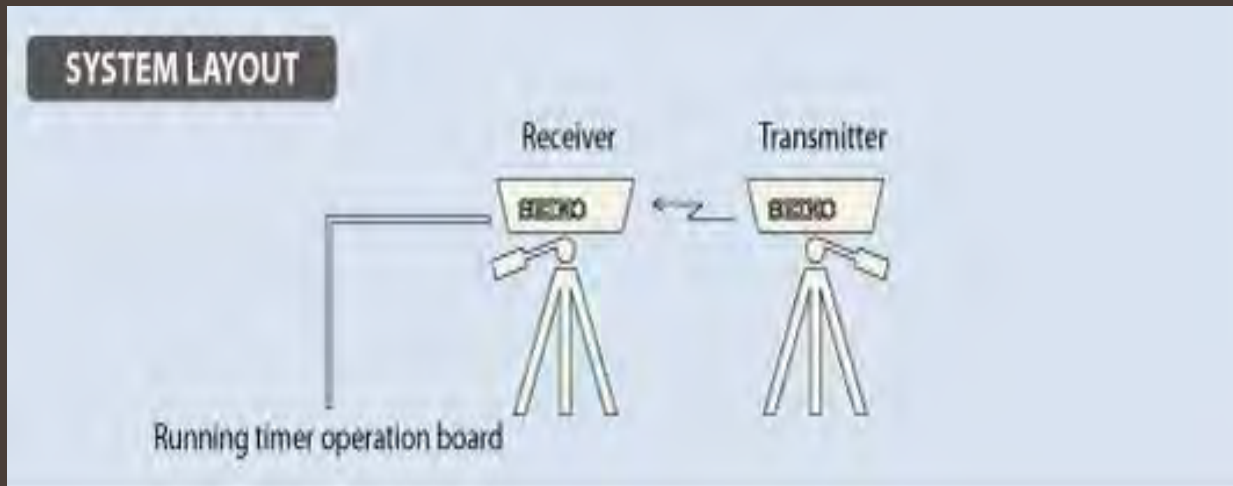




RUNNING TIMER DISPLAY BOARD

PHOTO BEAM UNIT

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





ELECTRONIC STARTING SYSTEM






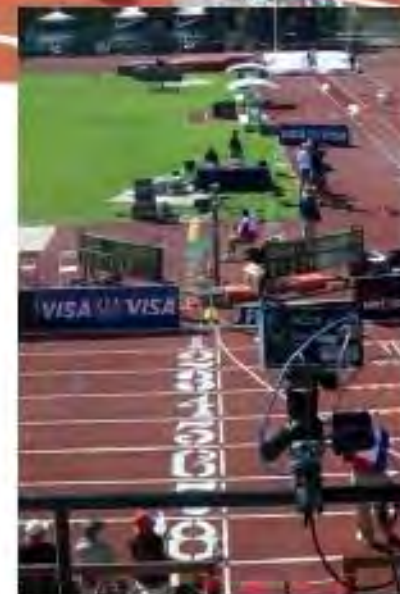
FALSE START DETECTION SYSTEM

быстро ~ точно ~ универсально

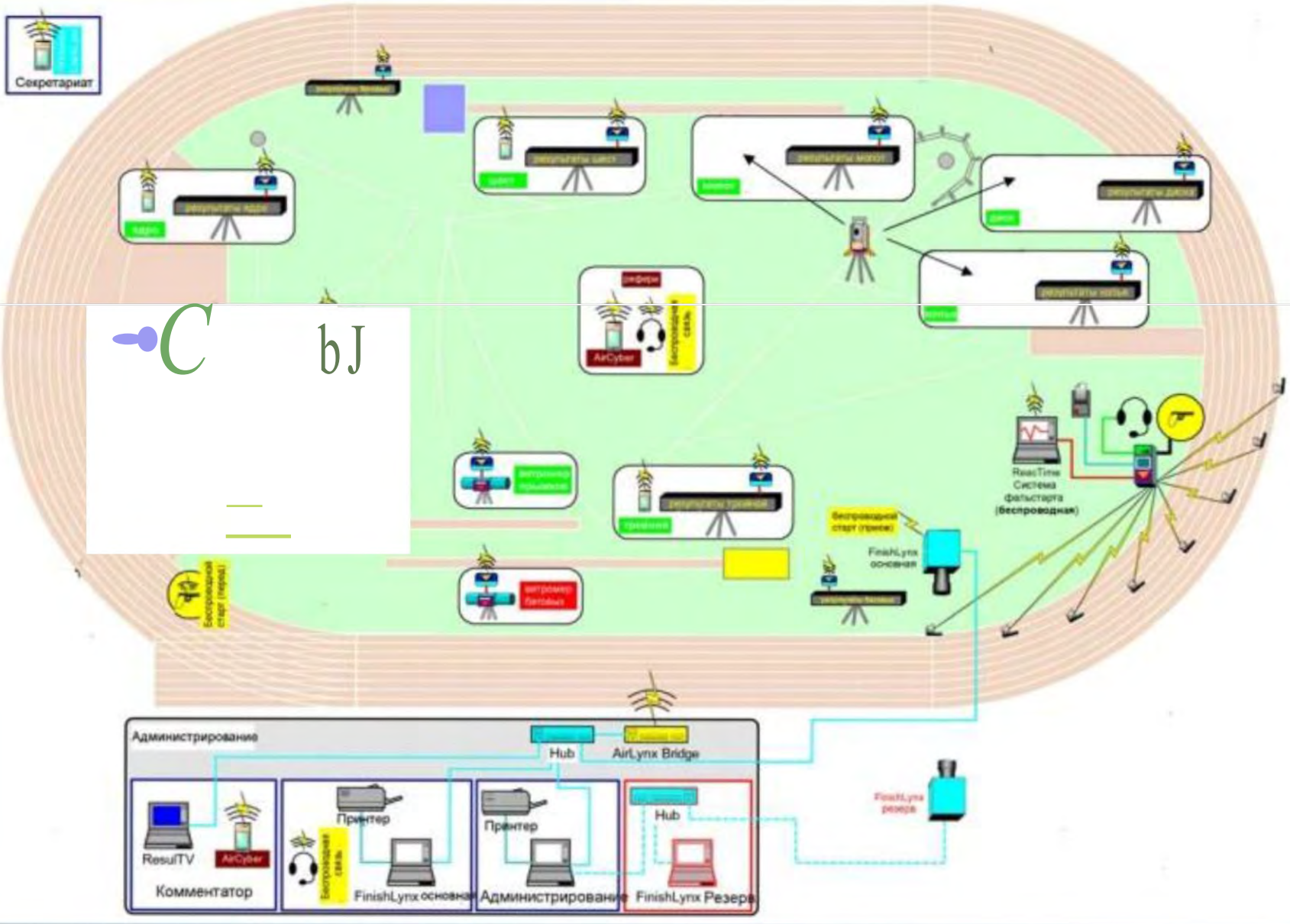
Преимущества Lynx

Когда пользователей спрашивают про причину, по которой они выбрали технологии Lynx, то всегда называются, по меньшей мере, три причины:

-  **Модульность** ~ все компоненты в структуре инфо-сети Lynx Results построены по модульной схеме – можно добавлять блок за блоком для достижения новых возможностей. Система может расти вместе с потребностями старта.
-  **Полная интеграция** ~ с того момента как имя участника будет введено в базу данных соревнования до момента появления итоговых протоколов и телевизионной картинке или Интернете – вся обработка данных проходит автоматически и лишена влияния ошибок «человеческого фактора».
-  **Простота в использовании** ~ Все программное обеспечение Lynx наглядно и просто в обращении. К тому же оно многоязычно – в том числе и на русском языке.

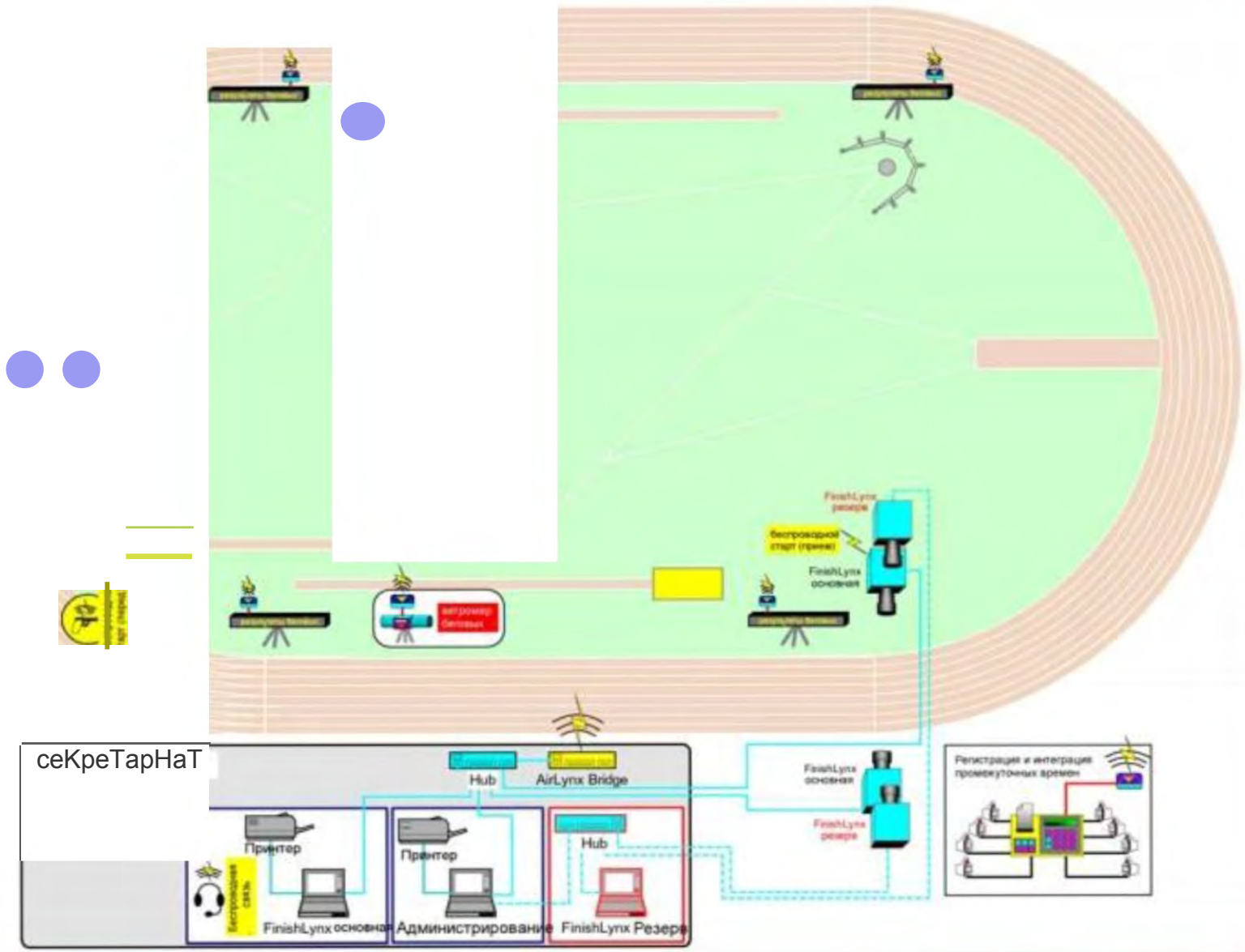


СОРЕВНОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ



С бJ

<|>ОТ<|>ВИН | W VI АВТОХРОНОМЕТРА>К



Тема 5.3.
Автоматическая система
хронометража для
игровых видов спорта

В баскетболе

Табло времени



- Устанавливается на само баскетбольное кольцо и показывает время атаки (24 секунды)

Система судейства сатурн



- Данная программа позволяет полностью управлять ходом матча . В ней производятся все судейские решения и технические моменты такие как ввод имени игроков и так далее.

Судейский стол



На столе расположено :

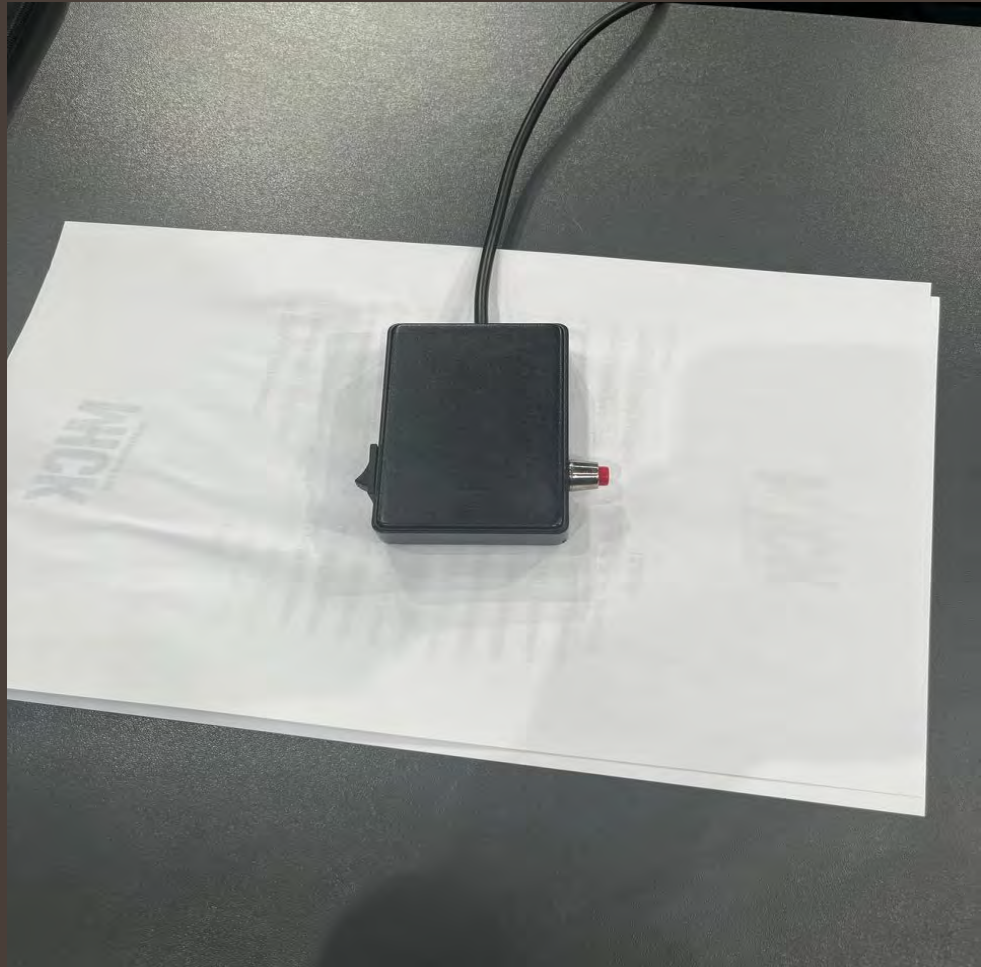
- Судейский пульта
- Пульта от системы сатурн
- Два кубика фолов

Судейский пульт



- Имеет кнопки старта и финиша расположенные на самом корпусе. Так же выносную кнопку остановки времени

Судейский пистолет



- Имеется только две кнопки .
Взведения . Означает что
судья готов. И кнопку
остановки времени . На
картинке красная кнопка
справа . Позволяет судье
остановить время в нужный
ему момент

Система электронного судейства «Ястребиный глаз»



**Тема 5.4. Системы
хронометража,
особенности их
функционирования для
соревнований по водным
видам спорта**

**Тема 5.4.1. Системы
судейства и
хронометража в
плавании**

Судейство в плавании

Главный судья

Стартер

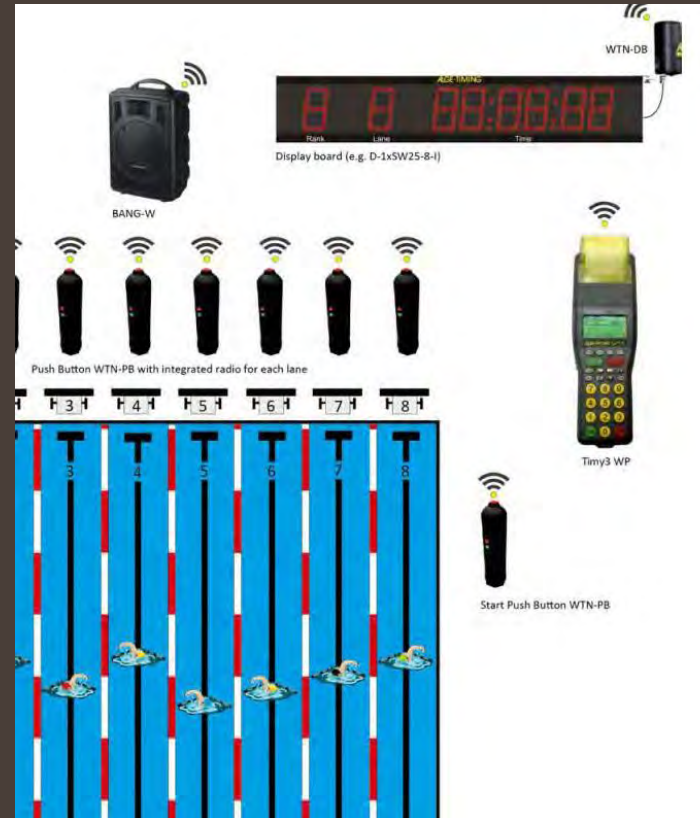
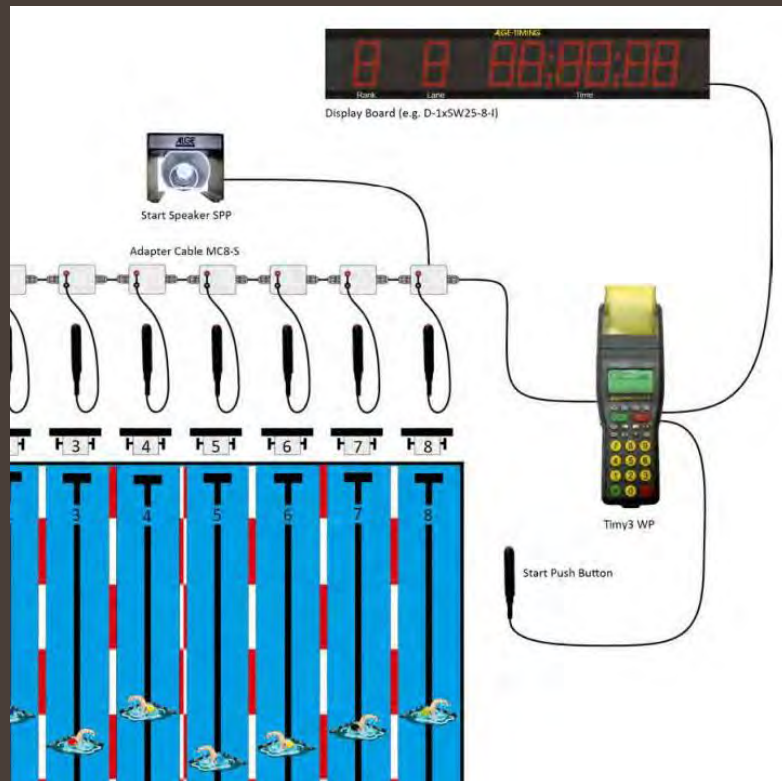
Хронометрист

Судья на финише

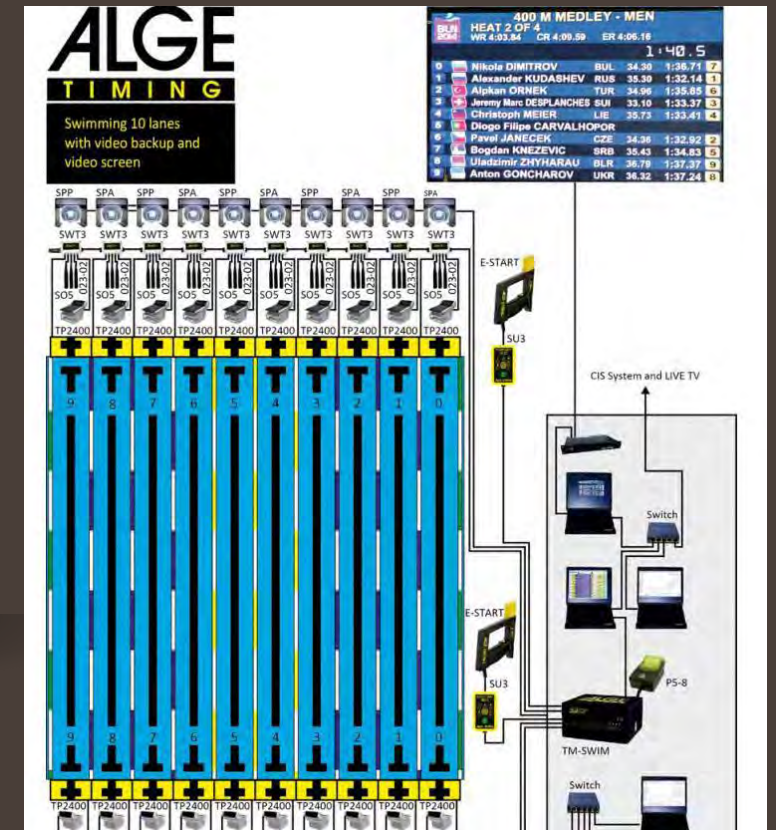
Судья на повороте
технический судья

Беспроводная полуавтоматическая система

полуавтоматическая
система



автоматическая система
хронометража



SWIM Терминал SWT3



Принтер Р5-8



Финишная панель ТР



Контроллер-хронометр для плавания

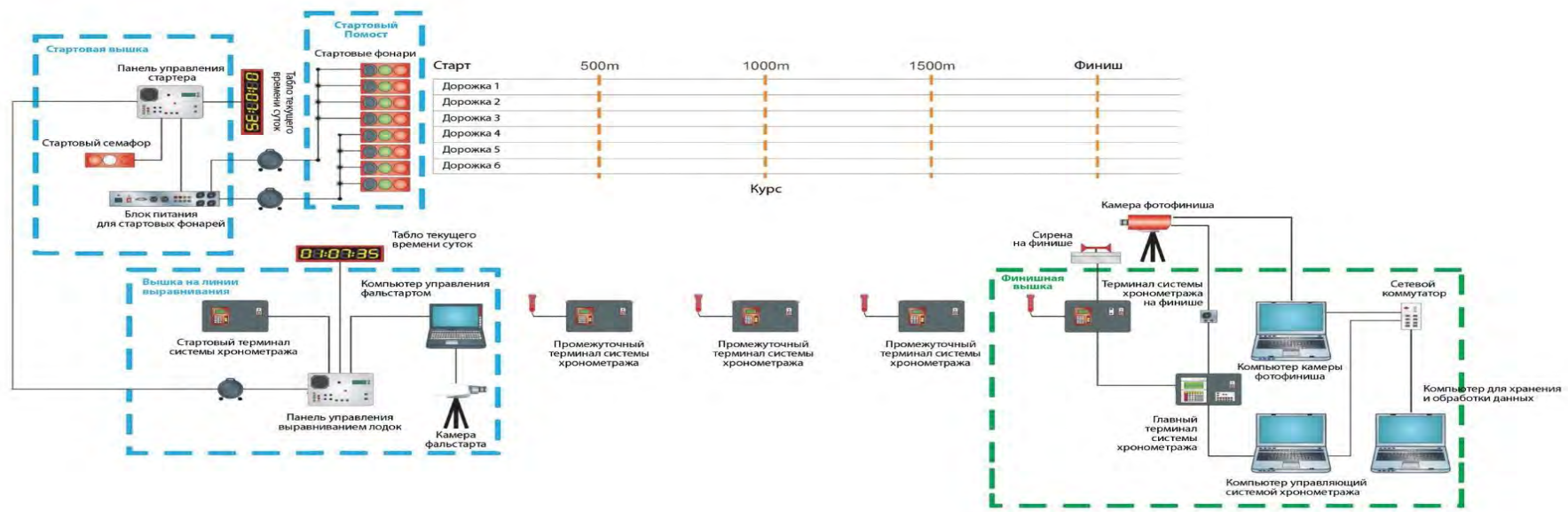




4aCTOTa KaApOB: 100KaAPOBBcet<yHAY
Pa3peweH"1e: 360 x 2.016 /1"11 1.024x768TOYeK
Зaнcb: He opaHH4eHa, 3aB"1C"1T OT o6beMa
naMFITH>t<eCTKoro A"1CKa 1K
Cинхронизация: CHCTeMa MO>KCT 6b1Tb CИ1HXPOH3poeHa
c TimeManager

Тема 5.4.2. Системы судейства в гребном спорте

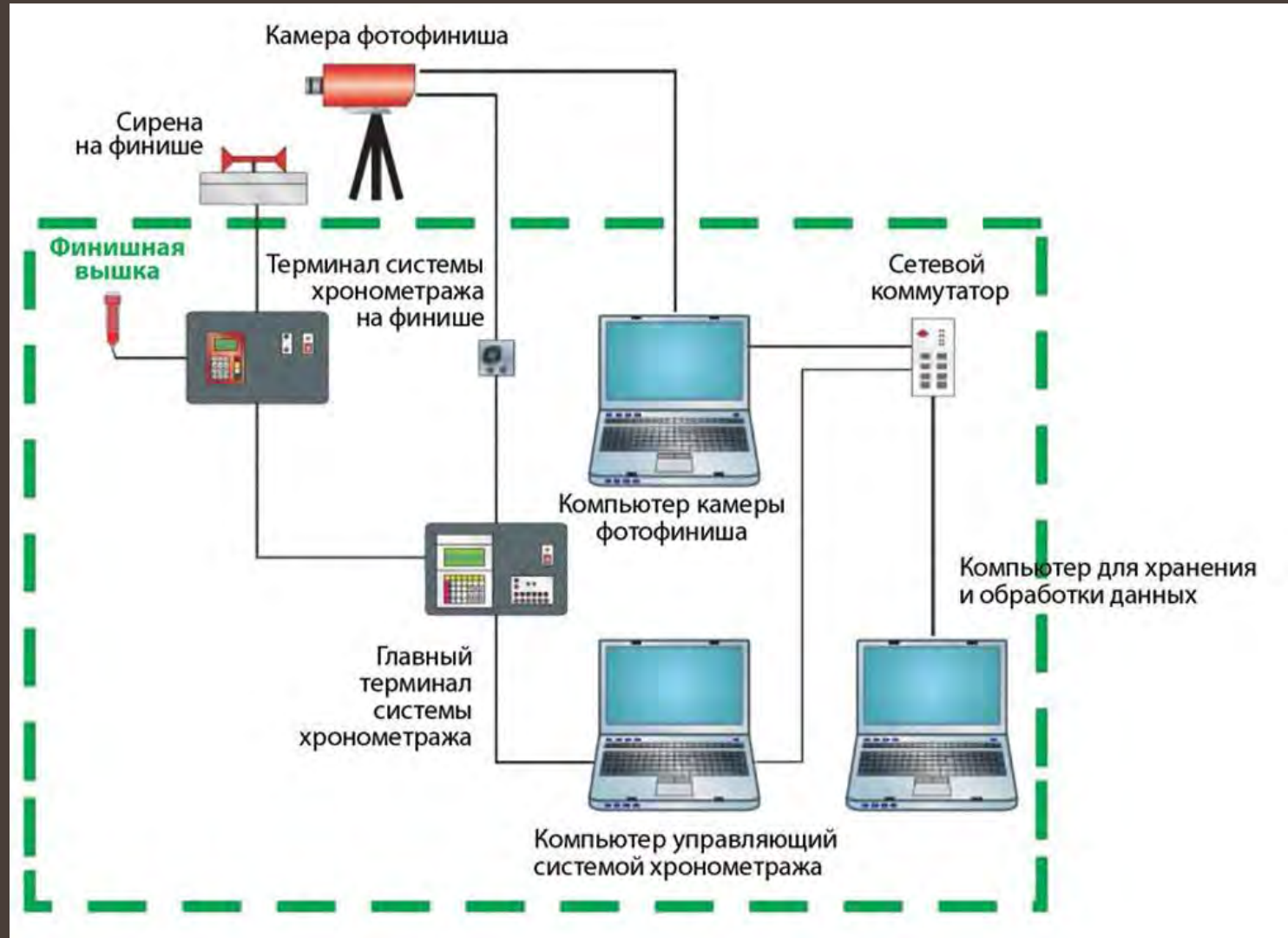
Система судейства и хронометража для гребли - соответствие FISA/ICF



Вышка на линии выравнивания



Финишная вышка



Тема 6.
Автоматизированные
системы судейства по
различным видам спорта

Современный фехтовальный бой проводится с использованием электрооборудования для фиксации уколов.



ЗОНЫ ПОРАЖЕНИЯ

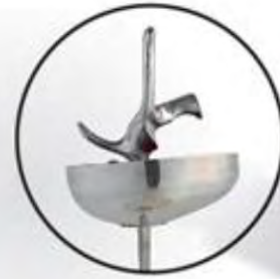
PAHV1PA



CA6JlfI

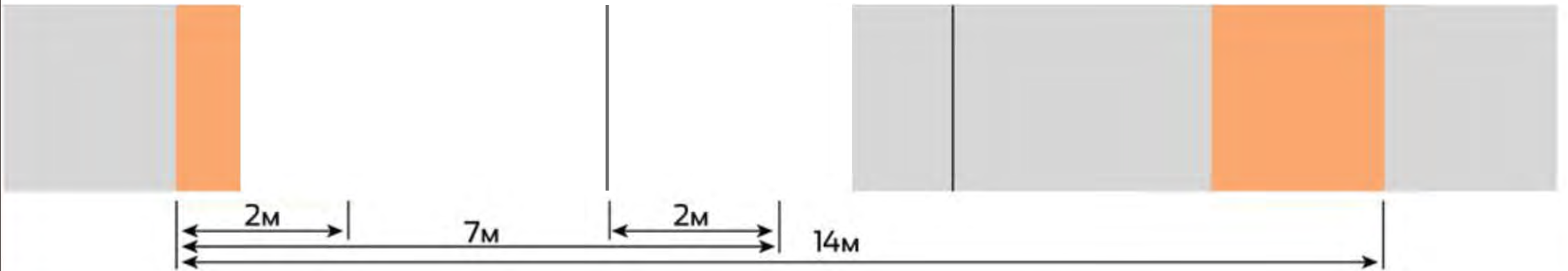


WnArA



CXEMA, QOPO>KKV1

непе_г6оеМ<j>eXTOBallbl1.4MKM pacnonaratOTCs:! 3a nMHMeH MCXOAHOH n03MUMM(2MOT 1..teHTpanbHOit nMHMM). npM
 непеCe4eHHH rpa.u.11blA0p0)t(KH [7 M OT 1.teHTpallbHOH IIMHHH) CnOpTCMeH n011y4aeT WTpaфHOH yKOll.,QeyxMeTpO-
 Bble y4aCTK111 co cneuMallbHOH pa3Men<OH npeAynpe)t(AaLOT 6o'7tua 06 onaCHOH 6m'30CTII1 K rpaHMUe AOpO)t(KM.



нРОУЕАУРА НЗМЕРЕННfl снОПТСМЕНОВ В снОПТНВНОН АКРОСАТМКЕ



ПРАВИЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ГОЛОВЫ НА ЗМЕРЕНИИ



REBENOKVSPORTE.RU

Тема 6.1. Технические характеристики систем судейства

На данном табло для соревнований по тяжелой атлетике можно отобразить:

Вес спортсмена (вес штанги)

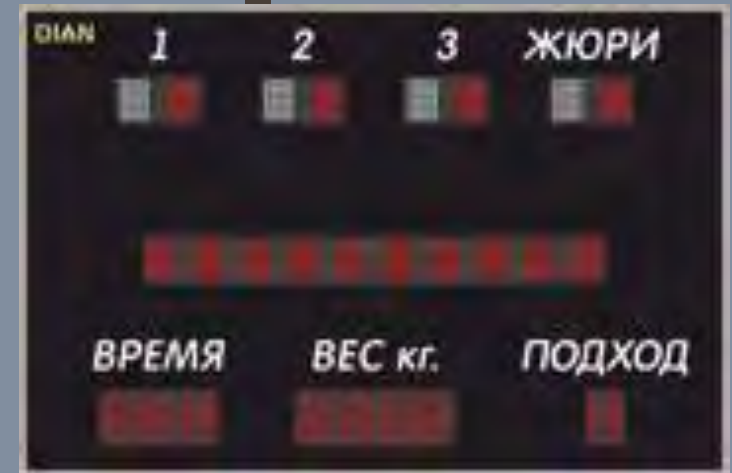
Номер подхода

Время подготовки к упражнению

Фамилия и страна спортсмена (до 10 знаков)

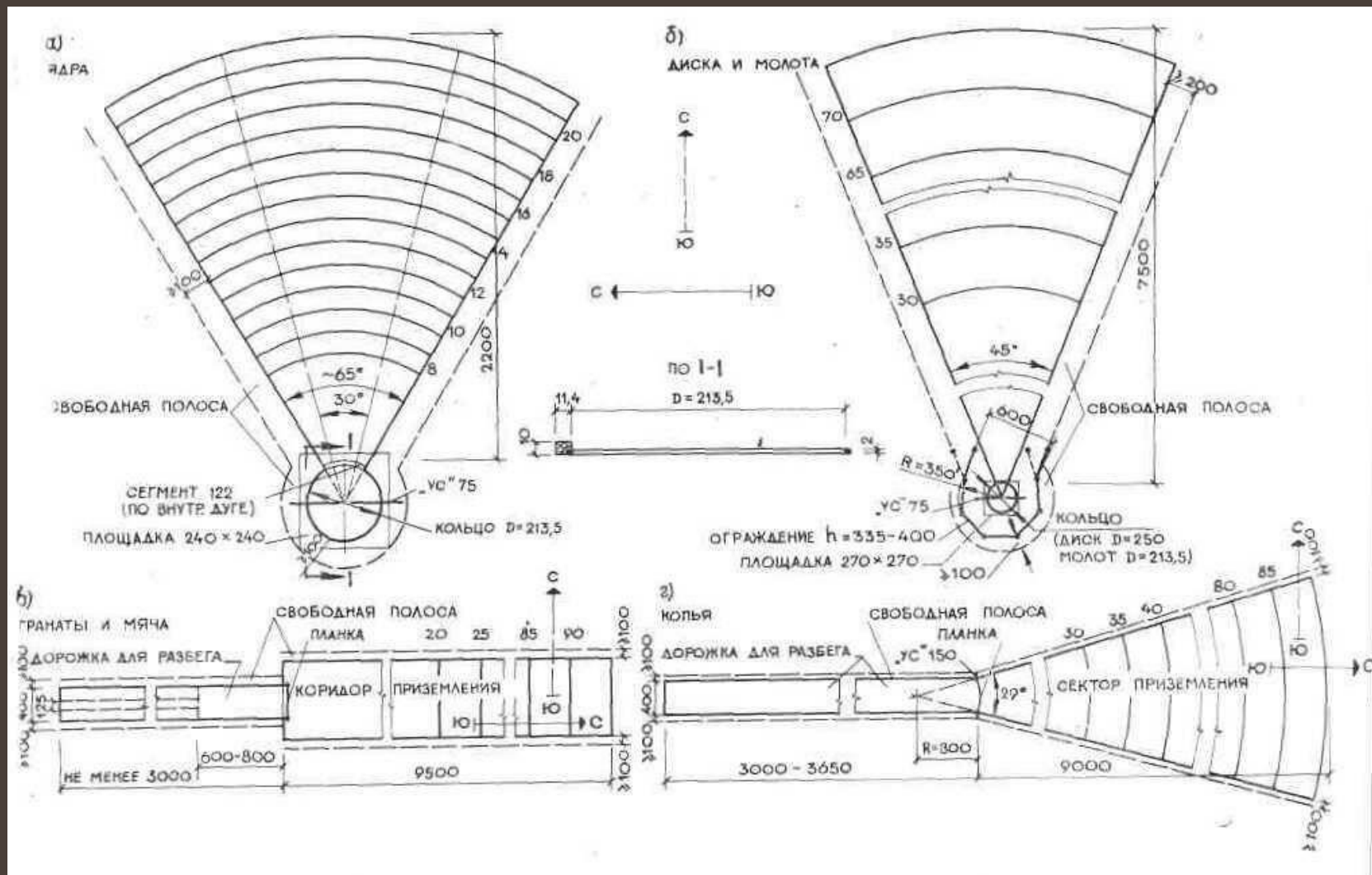
Принятое решение каждого из трех судей

Решение жюри



Оборудование в метании

Схемы секторов для метания и толкания



Тема 6.2. Судейство соревнований в прыжках на батуте

Оборудование



За что снижают оценку:

- **слишком сильная разница в росте между партнерами;**
- **упражнение длилось слишком долго;**
- **команда поздно подала тарифный лист;**
- **костюм и аксессуары не соответствуют требованиям;**
- **повторное начало упражнения;**
- **падение, приземление и шаги за ограничительную линию на ковре.**

Синхроаппарат TMD AS1T

Устройство предназначено для измерения времени полета при выполнении индивидуальных прыжков на батуте и для оценки синхронности приземления при выполнении упражнения парой спортсменов.

Тема 6.3. Судейство соревнований в велоспорте



Хронометр OMEGA Chronos – Timer

Хронометр Chronos - это универсальный хронометр, который может быть использован для велоспорта, горных лыж, и легкой атлетики. Данный хронометр выполняет все необходимые функции для сбора и обработки данных от датчиков и других периферийных устройств. Данные обрабатываются с помощью компьютера под управлением Windos CE.

**Тема 6.4. Использование
систем судейства в
неолимпийских видах
спорта**

Боулинг

Для удобства игроков и автоматической организации процесса игры необходимо установить специальное оборудование. *Кеглеустановочная машина, или тинсеттер,* осуществляет автоматическую установку и выставление кеглей после каждого броска. Она позволяет существенно ускорить ход игры, а также снизить риск человеческой ошибки.

Боулинг

Шаровозвратный механизм необходим для автоматического возвращения шара к игроку после его броска. Он осуществляет транспортировку шара из области кеглей обратно к игровой линии. Это также позволяет упростить процесс игры и сэкономить время.

И электронная система подсчета очков является неотъемлемой частью любого боулинг-центра. Она позволяет автоматически фиксировать результаты игры, отслеживать количество сбитых кеглей, подсчитывать сумму очков и регистрировать рекордные результаты. Это облегчает процесс подсчета и улучшает игровой опыт игроков.



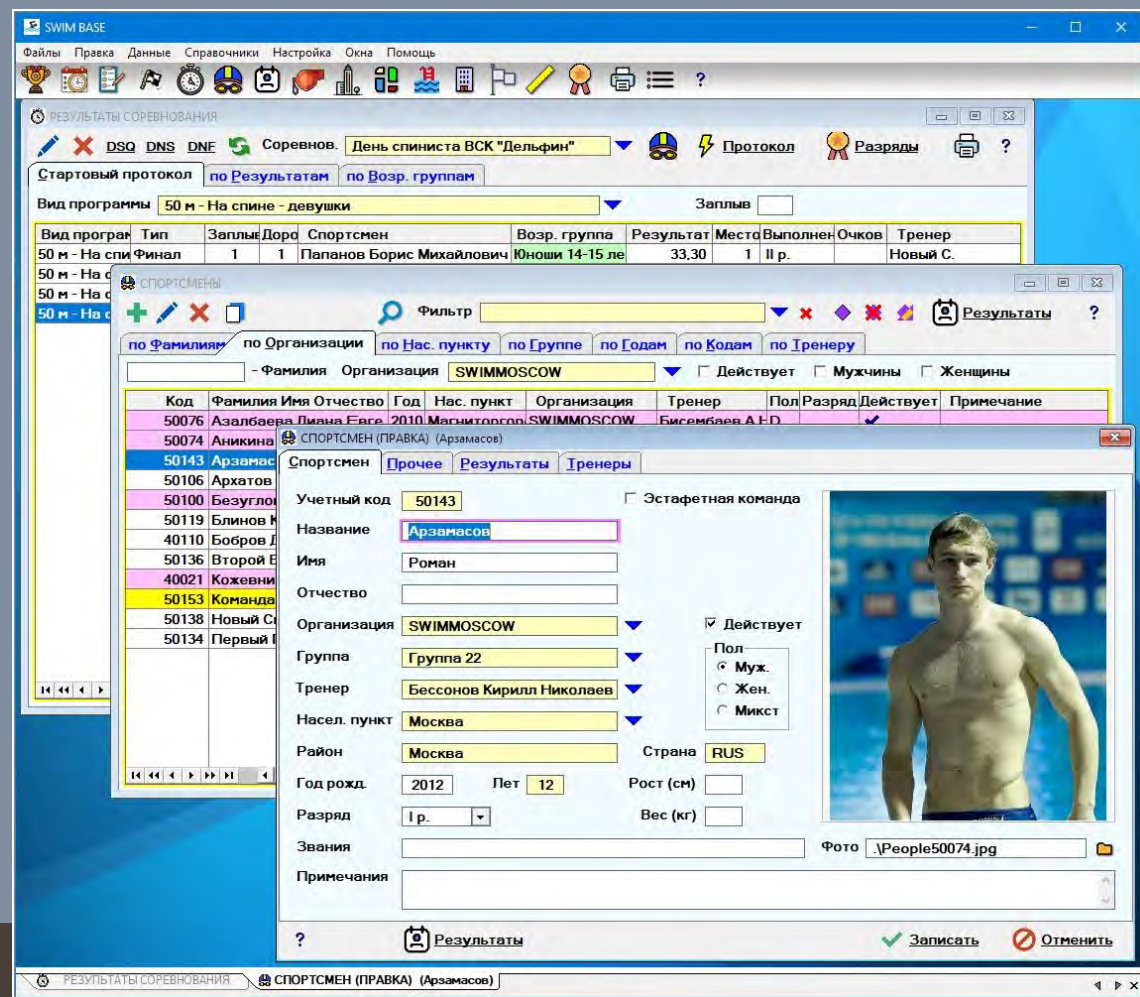
Электронная система DOSS

Данная система в автоспорте относится к усовершенствованной электронной маршалинговой системе, используемой для управления и мониторинга событий на трассе. Эта система облегчает обмен данными между гоночными автомобилями и Race Control, повышая безопасность и эффективность во время гонок.

Она позволяет Race Control отправлять визуальные сообщения водителям, такие как предупреждающие флаги, штрафы и специальные инструкции. Это делается с помощью устройств, установленных в автомобилях, которые постоянно записывают и анализируют данные, отправляя соответствующую информацию обратно в Race Control.

Тема 6.5.
Автоматизированное
создание протоколов
соревнований

Автоматизированное программное обеспечение



Различные программы как **Swim Base**, Meet-Management и т.п. *предназначены для автоматизации судейства соревнований*, а также для сбора и хранения информации о соревнованиях и спортсменах за большой период времени.

Они ведут учет соревнований, их программ, заявок и показанных результатов, а также подсчет результатов. Автоматически делают жеребьевку. Хранят базу данных спортсменов, тренеров и судей, разрядных нормативов, очков, баз проведения и др. Формируют все необходимые протоколы и отчеты, другие печатные документы. Внешний вид и содержание печатных документов может настраиваться пользователями программы.

В программах имеются списки лучших результатов каждого спортсмена, которые автоматически используются при формировании заявок на соревнования. Такие программы также могут применяться в бассейнах и спортшколах для ведения списков групп и печати пропусков, карточек, абонементов и т.п. Программы могут работать в сети на нескольких рабочих местах, а также возможно соединение через интернет.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Контрольные вопросы к практическому занятию №1 «Общая характеристика автоматизированных систем судейства»

1. Понятие об автоматизированных систем судейств.
2. Классификация комплексов измерительного оборудования систем судейства.
3. Назначение, принцип работы автоматизированных систем судейства.
4. Требования к автоматизированным системам судейства со стороны международных федераций.
5. Системы идентификации спортсмена.
6. Цель и задачи автоматизированных систем судейств.
7. Системы хронометража, особенности их функционирования для различных видов спорта.
8. Особенности программного обеспечения.
9. Автоматизированное создание всех протоколов.

Задание к практическому занятию №2 «Системы хронометража. Особенности их функционирования»

Соотнесите нижеперечисленные спортивно-измерительные системы с соответствующими назначениями.

1. Стартовые системы;
2. Финишные системы;
3. Хронометрические системы;
4. Системы оповещения;
5. Аналитическое оборудование;
6. Дополнительные контрольные устройства;
 - а) внутренняя связь между судьями/тренерами/спортсменами;
 - б) фиксирование внешних параметров среды, влияющих на ход соревнования;
 - в) контроль начала отсчёта;
 - г) прямой, обратный или параллельный отсчёт времени для одного/нескольких соревновательных процессов;
 - д) структурирование общих результатов соревнований;
 - е) приём сигнала с контрольных и измерительных устройств.

Вопросы для обсуждения к практическому занятию №3
«Информационные табло в системе судейства»

1. Понятие информационное табло.
2. Виды информационных табло.
3. Преимущество блинкерных индикаторов.
4. Недостатки матричных табло.
5. Рекомендуемый размер информационных табло.
6. Преимущества и недостатки табло ALGE-TIMING.
7. В каких видах спорта используются информационные табло.

Задание к практическому занятию №4
«Автоматизированных системы судейства, используемые на старте и финише»

Составьте таблицу с преимуществами и недостатками АСС на старте и финише, и проанализируйте их отличия и сходства.

Задание к практическому занятию №5
«Системы хронометража для зимних видов спорта»

Соотнесите понятия с нижеперечисленными утверждениями.

Понятия: лазерная установка, шкаф коммутации, стартовое устройство, наушники интерком, табло времени, транспондерная петля, фотофиниш.

1. Сигнал начала старта и отсчёт времени.
2. Совершают огромное количество снимков в секунду и предназначены для решения спорных вопросов.
3. Транспондерная система.
4. При пересечении таймер останавливается.
5. Используется по большей части в массовых заездах
6. Состоит из устройства, подающего звуковой сигнал (выстрел) и световой (вспышка лампочки) для начала забега.
7. Подключается два кабеля которые подают сигналы для двух лазеров.

Контрольные вопросы к практическому занятию №6
«Хронометраж для биатлона и лыжных гонок»

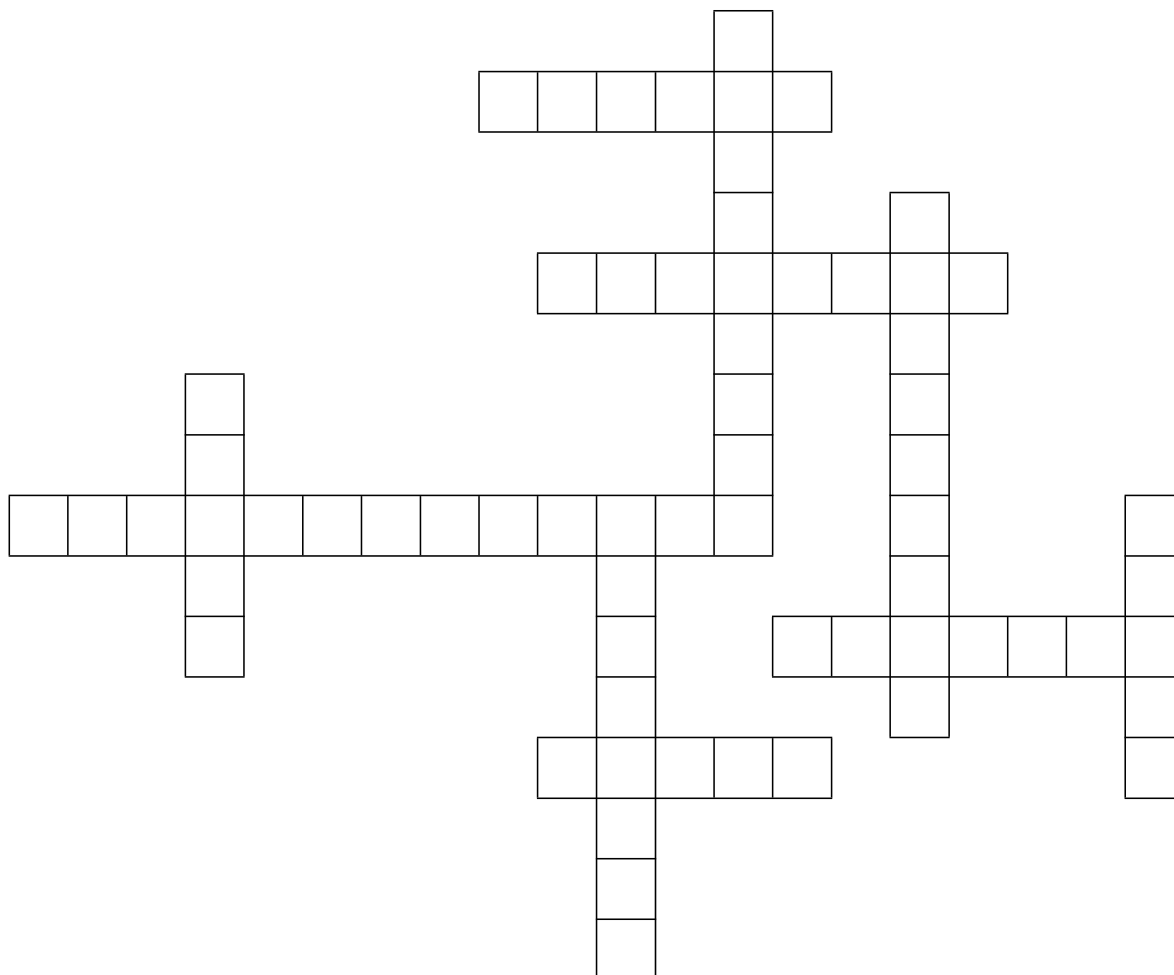
1. Общее описание системы хронометража.
2. Устройство для промежуточных отсечек хронометража.
3. Транспондерная система.
4. Штрафной круг.
5. Требования IBU по надёжности измерений.
6. Устройства хронометража для биатлона и лыжных гонок.
7. Модели мишенных установок.
8. Используемое программное обеспечение.
9. Старт и финиш.

Контрольные вопросы к практическому занятию №7
«Автоматическая система хронометража для игровых видов спорта»

1. Принцип работы системы судейства в баскетболе.
2. Технические характеристики системы судейства в футболе.
3. Система VAR.
4. Программно-аппаратный комплекс Hawk-Eye.
5. Хронометраж в теннисе.
6. Системы судейства и хронометража в волейболе.
7. Техническое оборудование для проведения баскетбольных матчей.
8. Особенности системы судейства в гандболе.
9. Отличия судейских пультов в гандболе и футзале.

**Задание к практическому занятию №8
«Системы судейства в гребном спорте»**

Кроссворд



По горизонтали:

1. Дисциплина гребного спорта, соревнования по которой проводятся в морской и речной акватории.
2. Отвечают за подачу визуального и звукового сигнала, связывают между собой спортсменов, судей и ассистентов в зоне старта.
3. Человек, дающий старт соревнованиям, используя красный флаг.
4. Вид гребли, где регламентируют вес спортсменов.
5. Судья-арбитр использует красный и ... флаги.

По вертикали:

6. Разновидность установки стартовой вышки.
7. Конструкция на непродолжительное время.
8. Судейская ... - состав, куда входят судья-арбитр, стартер, судья стартовой зоны и ответственный судья на финише
9. Главный спортивный инвентарь в гребле.

10. Наказание спортсменов за нарушение правил соревнований.

Задание к практическому занятию №9
«Автоматизированное создание протоколов соревнований»

Выбрать одно автоматизированное программное обеспечение (Swim Base, Meet-Management и т.д.), описать его назначение и функции.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторное занятие № 1. Системы хронометража. Особенности их функционирования

1. Тестирование системы Swiss Timing.
2. Знакомство с системой ALGE-TIMING.
3. Настройка АСС «Электронный рефери».
4. Изучение мобильного и беспроводного администрирования систем судейства.

Лабораторное занятие № 2. Информационные табло в системе судейства

1. Подключение передвижного табло.
2. Установка программного обеспечения пакета LC Scoreboard Stadion.
3. Испытание цифрового табло на блинкерных индикаторах.
4. Анализ полноцветного видео-табло.

Лабораторное занятие № 3. Автоматизированных системы судейства, используемые на старте и финише

1. Изучение системы фотофиниша ALGE OPTIC2n.
2. Проверка световых створ Alge Timing PR1a.
3. Настройка системы фиксации фальстарта.
4. Испытание стартового и финишного устройств.

Лабораторное занятие № 4. Системы хронометража для зимних видов спорта

1. Подключение системы «Форвард Рефери» (видеогол).
2. Установка систем хронометража для соревнований по шорт-треку.
3. Тестирование лазерной установки для конькобежного спорта.
4. Изучение системы хронометража для соревнований по горнолыжному спорту.

Лабораторное занятие № 5. Хронометраж для биатлона и лыжных гонок

1. Рассмотрение схемы прокладки антенны декодера.
2. Установка транспондерной системы.

3. Настройка графического программного обеспечения и оборудования для наложения титров.
4. Обработка данных в SIWIDATA.

Лабораторное занятие № 6. Системы судейства в легкой атлетике

1. Освоение хронометража LYNX в легкой атлетике.
2. Испытание программного обеспечения ResultTV.
3. Проверка тахеометров Leica Geosystems.
4. Оптимизация SEIKO Track and Field system.

Лабораторное занятие № 7. Автоматическая система хронометража для игровых видов спорта

1. Подготовка судейского стола к соревнованиям.
2. Настройка судейского пульта.
3. Подключение системы VAR.
4. Тестирование программно-аппаратного комплекса Hawk-Eye.

Лабораторное занятие № 8. Системы судейства и хронометраж в плавании

1. Установка беспроводной системы ALGE.
2. Испытание системы OMEGA.
3. Разбор особенностей функционирования АСС в судействе соревнований по водному поло.
4. Подготовка контроллера-хронометра для плавания.

Лабораторное занятие № 9. Технические характеристики систем судейства

1. Испытание табло для соревнований по тяжелой атлетике.
2. Регулирование громкоговорителей.
3. Обработка данных при помощи АСС.
4. Подсоединение контроллера во время соревнований.

Лабораторное занятие № 10. Судейство соревнований в прыжках на батуте

1. Фиксация датчиков.
2. Подключение синхроаппарата TMD AS1T.
3. Анализ системы электронного судейства.
4. Подсоединение оборудования для хронометража.

Лабораторное занятие № 11. Судейство соревнований в велоспорте

1. Установка хронометра OMEGA Chronos – Timer.
2. Изучение работы фотофиниша.
3. Проверка работоспособности табло с временем.
4. Знакомство со схемой установки оборудования на велотреке.

Лабораторное занятие № 12. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта

1. Рассмотрение работы кеглеустановочной машины (пинсеттера) для боулинга.
2. Подключение электронной системы подсчёта очков.
3. Освоение электронной системы DOSS в автоспорте.
4. Анализ особенности систем судейства в роллер спорте.

Лабораторное занятие № 13. Автоматизированное создание протоколов соревнований

1. Подготовка протоколов.
2. Регистрация соревновательной деятельности в программном обеспечении.
3. Обработка результатов с помощью программы Meet-Management.
4. Подсчёт результатов по заданным данным в программе Swim Base.

КОНТРОЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Тематика рефератов

1. Хронограф. Общая характеристика.
2. История хронометража забегов.
3. Хронофотография. Характеристика. История возникновения.
4. Технологии представления событийной информации с использованием визуализации хронометража событий.
5. Транспондеры для судейства.
6. Правила хронометража.
7. Беспроводная стартовая система RadioLynx.
8. Система фальстарта для легкой атлетики SJC.
9. Светодиодный матричный плоский экран.
10. Крепления оборудования для хронометража.
11. Система судейства и хронометража для синхронного плавания.
12. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по спортивному ориентированию.
13. Устройство для хронометража в судействе соревнований по прыжкам на батуте.
14. Системы судейства в фигурном катании, технические характеристики, принципы работы.
15. Системы судейства в единоборствах.
16. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта.

Индивидуальные задания для самостоятельной работы

Составление технического задания для закупки АСС для различных видов спорта (определяется преподавателем)

Составление сметы для внедрения АСС по различным видам спорта

Разработка планов устранения определенных неисправностей АСС

Примерный перечень контрольных вопросов к экзамену

1. История развития хронометража.
2. Электронные системы хронометража. Назначение, принцип работы.
3. Транспондер, принцип работы, технические характеристики.
4. Системы судейства в плавании. Принцип работы, технические характеристики (на примере системы OMEGA).
5. SIWIDATA. Назначение, принцип работы, технические характеристики.

6. Системы Swiss Timing, ALGE-TIMING технические характеристики. Назначение. Технические параметры.
7. Системы судейства в легкой атлетике. Технические параметры. Требования к техническому обслуживанию.
8. Системы судейства в гребле. Принцип работы, технические характеристики.
9. Автоматическая стартовая система для академической гребли. Требования к техническому обслуживанию.
10. Видеосистема для линии старта в академической гребле. Технические характеристики. Требования к техническому обслуживанию.
11. Понятие об автоматизированных системах судейства. Назначение, принцип работы.
12. Требования к АСС со стороны международных федераций.
13. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по водному поло.
14. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по гимнастике.
15. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по конькобежному спорту.
16. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по синхронному плаванию и прыжкам в воду.
17. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по биатлону, лыжным гонкам.
18. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по горнолыжному спорту.
19. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по стрелковому спорту.
20. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по прыжкам на батуте.
21. Хронометраж LYNX в легкой атлетике.
22. Система фотофиниша ALGE OPTIC2n. Принцип работы, технические характеристики. Требования к техническому обслуживанию.
23. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по автоспорту.
24. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по спортивному ориентированию.
25. Система судейства в хоккее с шайбой. Принцип работы, технические характеристики.
26. Система судейства в футболе. Принцип работы, технические характеристики.

27. Система судейства в баскетболе. Принцип работы, технические характеристики.
28. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по велоспорту.
29. Система судейства в боулинге. Принцип работы, технические характеристики. Принцип работы.
30. Системы идентификации спортсмена. Технические параметры. Принцип работы.
31. Системы фиксации фальстарта в различных видах спорта.
32. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по шорт –треку
33. Система судейства в легкоатлетических метаниях. Комплектация, технические характеристики.
34. Программное обеспечение, используемое в различных системах судейства.
35. Виды информационных табло применяемых в судейства соревнований.
36. Синхроаппарат TMD AS1T. Устройство, принцип работы, технические характеристики.
37. Тахеометры Leica Geosystems. Принцип работы.
38. Особенности систем судейства в роллер спорте.
39. Системы судейства в фигурном катании. Технические характеристики, принципы работы.
40. Системы судейства в единоборствах.
41. Системы судейства в соревнованиях по велоспорту (велотрек).
42. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта
43. Технические требования к условиям хранения и установке контактной финишной панели для судейства соревнований по плаванию
44. Система автоматизированного судейства "Электронный рефери"
45. Программное обеспечение пакета LC Scoreboard Studion, технические возможности особенности применения.
46. Световые створы Alge Timing PR1a. Назначение, функциональные возможности, принцип работы, технические характеристики.
47. Назначение, функциональные возможности, принцип работы, технические характеристики SEIKO Track and Field system.
48. Мобильное и беспроводное администрирование систем судейства.
49. Программное обеспечение ResultTV, его характеристика.
50. Системы судейства при проведении соревнований по фехтованию.
51. Обработка результатов с помощью программ типа Meet-Management. Автоматизированное создание всех протоколов соревнований.

52. Электронные табло, виды (бликерные, цифровые, полноцветные видеоэкраны и т.д.), принцип работы, условия эксплуатации.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского национального
технического университета

- Ю.А.Николайчик

Регистрационный № УД— _____/уч

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СУДЕЙСТВА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине
для специальности**

1-60 01 01 «Техническое обеспечение эксплуатации спортивных объектов»

Минск 2022г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1–60 01 01–2018 и учебного плана специальности 1–60 01 01 «Техническое обеспечение эксплуатации спортивных объектов» № СТФ 114д–1/уч. от 30.08.2018 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.И. Барановская, старший преподаватель кафедры «Спортивная инженерия» Белорусского национального технического университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.С. Саламонов, начальник управления по сервисному обслуживанию ОДО «Авектис»;

Г.А. Остапенко, доцент кафедры теории и методики физической культуры УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат педагогических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Спортивная инженерия» Белорусского национального технического университета (протокол № 11 от 26 апреля 2022г.)

Заведующий кафедрой _____ В.Е.Васюк

Методической комиссией спортивно-технического факультета Белорусского национального технического университета (протокол № 9 от 20 мая 2022г.)

Председатель методической комиссии _____ В.Е.Васюк

Научной библиотекой БНТУ _____ Т.И.Бирюкова

Научно-методическим советом Белорусского национально технического университета (протокол № _____ секции № _____ от _____ 2022 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Автоматизированные системы судейства» разработана для специальности 1-60 01 01 «Техническое обеспечение эксплуатации спортивных объектов».

Актуальность введения дисциплины обусловлена тем что в современных условиях важной частью любых спортивных соревнований является процесс справедливого определения победителя, который базируется на сборе и переработке информации, необходимой для принятия обоснованных решений. 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. Все системы и оборудование высокотехнологичны и предполагают эксплуатацию квалифицированными специалистами.

Цель изучения дисциплины: изучение основ в области автоматизированных систем судейства, формирование знаний о современных системах судейства спортивных объектов.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение соответствующих нормативных требований по использованию автоматизированных систем судейства;
- ознакомление с регламентами проведения соревнований по различным видам спорта;
- приобретение теоретических и методических знаний, практических навыков и умений, необходимых для самостоятельной работы в условиях проведения соревнований, использования хронометража и эксплуатации автоматизированных систем судейства.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как: «Информационное обеспечение систем управления», «Виды спорта и их техническое обеспечение».

Дисциплина является одной из специальных дисциплин, на знаниях которой базируются последующие дисциплины: «Инженерные системы спортивных сооружений», «Управление инженерными системами при их эксплуатации», «Эксплуатация оборудования спортивных комплексов», «Техническая эксплуатация спортивных сооружений».

В результате освоения дисциплины «Автоматизированные системы судейства» студент должен:

знать:

- структуру, классификацию автоматизированных систем судейства;
- основные нормативные данные и специальные требования в области применения автоматизированных систем судейства;

- основные положения о применении автоматизированных систем судейства при проведении соревнований.

уметь:

- использовать имеющиеся на спортивном объекте автоматизированные системы судейства;
 - проводить хронометраж;
 - определять требования по эксплуатации автоматизированных систем судейства.

владеть:

- навыками работы с автоматизированными системами судейства;
- методикой применения систем хронометража при проведении соревнований по различным видам спорта;
- навыками обслуживания автоматизированных систем судейства при их эксплуатации.

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций:

СК-11. – Быть способным обслуживать системы хронометража, интерактивные системы судейства, информационные терминалы журналистов и комментаторов, интерфейсы.

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение дисциплины отведено всего 124 часа, в том числе – 68 часов аудиторных занятий

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции,ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
3	6	18	32	18	экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Общая характеристика автоматизированных систем судейства

Классификация комплексов измерительного оборудования систем судейства. Понятие об автоматизированных системах судейства. Назначение, принцип работы автоматизированных систем судейства. Требования к автоматизированным системам судейства со стороны международных федераций.

Тема 2. Системы хронометража. Особенности их функционирования

История развития спортивного хронометража. Электронные системы хронометража. Назначение, принцип работы. Состав и назначения оборудования в различных системах. Системы идентификации спортсмена, их технические параметры и принцип работы. Транспондеры их разновидности, принцип работы, технические характеристики. Система автоматизированного судейства "Электронный рефери".

Системы Swiss Timing, ALGE-TIMING технические характеристики параметры. Мобильное и беспроводное администрирование систем судейства.

Тема 3. Информационные табло в системе судейства

Виды информационных табло применяемых в судейства соревнований.

Электронные табло, виды (бликерные, цифровые, полноцветные видеозэкраны и т.д.), принцип работы, условия эксплуатации. Передвижное табло, схема его подключения. Программное обеспечение пакета LC Scoreboard Stadion, технические возможности и особенности применения.

Тема 4. Автоматизированных системы судейства, используемые на старте и финише

Система фотофиниша ALGE OPTIC2n, принцип работы, технические характеристики, требования к техническому обслуживанию. Системы фиксации фальстарта в различных видах спорта. Световые створы Alge Timing PR1a.: назначение, функциональные возможности, принцип работы, технические характеристики.

Тема. 5. Системы хронометража для видов спорта

Тема 5.1. Системы хронометража для зимних видов спорта

Системы хронометража для соревнований по конькобежному спорту. Состав, назначение, технические характеристики. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по шорт –треку.

Система судейства в хоккее с шайбой, принцип работы, технические характеристики. Система "Форвард Рефери" (видеогол), особенности использования. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по горнолыжному спорту.

Тема 5.1.1. Хронометраж для биатлона и лыжных гонок

Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по биатлону, лыжным гонкам. Состав систем: устройства хронометража (центральный таймер, устройства ручного хронометража, стартовые часы, транспондерная система и т.д.) подсистема пассивного измерения времени участников: стартовая калитка, финишные створы, центральный таймер, ручные таймеры, судейские кнопки, коммутационное оборудование. Транспондерная подсистема беспроводной идентификации номера участника: декодеры, индивидуальные метки спортсменов, проводные и беспроводные линии связи. Программное обеспечение (получение результатов стрельбы и обработка данных). Графическое программное обеспечение и оборудование для наложения титров.

Назначение, принцип работы, технические характеристики SIWIDATA.

Тема 5.2. Системы судейства в легкой атлетике

Хронометраж в легкой атлетике. Характеристика систем судейства в легкой атлетике. Технические параметры. Требования к техническому обслуживанию. Система судейства в легкоатлетических метаниях. Комплектация, технические характеристики.

Хронометраж LYNX в легкой атлетике. Хронометраж. Программное обеспечение ResultTV, его характеристика.

Измерение расстояний (OPTICAL DISTANCE MEASURINGEQUIPMENT). Тахеометры Leica Geosystems, принцип работы. Назначение, функциональные возможности, принцип работы, технические характеристики SEIKO Track and Field system.

Тема 5.3. Автоматическая система хронометража для игровых видов спорта

Автоматические системы хронометража для игровых видов спорта: баскетбола, гандбола, футбола, тенниса, настольного тенниса, бадминтона, волейбола и др.

Система судейства в баскетболе: принцип работы, технические характеристики. Система судейства в футболе: принцип работы, технические характеристики. Система VAR.

Hawk-Eye — программно-аппаратный комплекс, назначение, состав, использование в различных видах спорта.

Тема 5.4. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по водным видам спорта

Тема 5.4.1. Системы судейства и хронометража в плавании

Системы судейства в плавании: принцип работы, технические характеристики. Использование системы OMEGA. Контактная финишная панель. Автоматическая и полуавтоматическая системы хронометража в плавании. Принцип работы, технические характеристики системы OMEGA. Технические требования к условиям хранения и установке контактной финишной панели для судейства соревнований.

Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по синхронному плаванию и прыжкам в воду.

Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по водному поло.

Тема 5.4.2 Системы судейства в гребном спорте

Принцип работы, технические характеристики систем судейства в гребле.

Системы судейства в гребном спорте. Автоматическая стартовая система для академической гребли. Требования к техническому обслуживанию. Видеосистема для линии старта в академической гребле. Судейство соревнований по гребле на байдарках, каноэ. Техническое обеспечение систем судейства.

Тема 6. Автоматизированные системы судейства по различным видам спорта

Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по гимнастике.

Системы судейства при проведении соревнований по фехтованию.

Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по спортивному ориентированию.

Состав и назначение систем судейства в современном пятиборье.

Тема 6.1. Технические характеристики систем судейства

Особенности функционирования автоматизированных систем в судействе соревнований по различным видам спорта.

Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по стрелковому спорту.

Системы судейства в единоборствах.

Судейство соревнований в тяжелой атлетике.

Тема 6.2. Судейство соревнований в прыжках на батуте

Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по прыжкам на батуте. Технические устройства для судейства (датчики, синхроаппарат и т.д.).

Тема 6.3. Судейство соревнований в велоспорте

Системы судейства в соревнованиях по велоспорту (велотрек).

Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по велоспорту.

Тема 6.4. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта

Система судейства в боулинге: принцип работы, технические характеристики.

Особенности систем судейства в роллер спорте

Системы судейства в автоспорте.

Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта.

Тема 6.5. Автоматизированное создание протоколов соревнований

Программное обеспечение, используемое в различных системах судейства. Регистрация соревновательной деятельности. Создание протоколов соревнований. Обработка результатов с помощью программ типа Meet-Management.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 Дневная форма получения высшего образования

№ раздела, темы	Наименование раздела, темы занятия	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Количество часов СР	
1	2	3	4	5	6	7
	6 семестр					
1.	Общая характеристика автоматизированных систем судейства	2				
	Практическое занятие №1. Общая характеристика автоматизированных систем судейства		2			Опрос
2.	Системы хронометража. Особенности их функционирования	2				
	Практическое занятие №2. Системы хронометража. Особенности их функционирования		2			Опрос
	Лабораторное занятие № 1. Системы хронометража. Особенности их функционирования			2		Выполнение заданий
3.	Информационные табло в системе судейства					
	Практическое занятие №3. Информационные табло в системе судейства		2			Опрос

	Лабораторное занятие № 2. Информационные табло в системе судейства	2	Выполнение заданий
4.	Автоматизированных системы судейства, используемые на старте и финише	2	
	Практическое занятие №4. Автоматизированных системы судейства, используемые на старте и финише	2	Опрос
	Лабораторное занятие № 3. Автоматизированных системы судейства, используемые на старте и финише	2	Выполнение заданий
5	Системы хронометража для видов спорта		
5.1	Системы хронометража для зимних видов спорта	2	
	Практическое занятие №5. Системы хронометража для зимних видов спорта	2	Опрос
	Лабораторное занятие № 4. Системы хронометража для зимних видов спорта	4	Выполнение заданий
5.1.1	Хронометраж для биатлона и лыжных гонок		
	Практическое занятие №6. Хронометраж для биатлона и лыжных гонок	2	Опрос
	Лабораторное занятие № 5. Хронометраж для биатлона и лыжных гонок	2	Защита лабораторной работы.
5.2	Системы судейства в легкой атлетике	2	
	Лабораторное занятие № 6. Системы судейства в легкой атлетике	2	Выполнение заданий
5.3	Автоматическая система хронометража для игровых видов спорта		
	Практическое занятие №7. Автоматическая система хронометража для игровых видов спорта	2	Опрос

	Лабораторное занятие № 7. Автоматическая система хронометража для игровых видов спорта	2	Выполнение заданий
5.4	Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по водным видам спорта		
5.4.1	Системы судейства и хронометраж в плавании	2	
	Лабораторное занятие № 8. Системы судейства и хронометраж в плавании	2	Выполнение заданий
5.4.2	Системы судейства в гребном спорте		
	Практическое занятие №8. Системы судейства в гребном спорте	2	Опрос
6	Автоматизированные системы судейства по различным видам спорта	2	
6.1	Технические характеристики систем судейства	2	
	Лабораторное занятие № 9. Технические характеристики систем судейства	4	Выполнение заданий
6.2	Судейство соревнований в прыжках на батуте		
	Лабораторное занятие № 10. Судейство соревнований в прыжках на батуте	2	Выполнение заданий
6.3	Судейство соревнований в велоспорте		
	Лабораторное занятие № 11. Судейство соревнований в велоспорте	2	Выполнение заданий
6.4	Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта		
	Лабораторное занятие № 12. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта	2	Выполнение заданий

6.5	Автоматизированное создание протоколов соревнований	2				
	Практическое занятие №9. Автоматизированное создание протоколов соревнований		2			Опрос
	Лабораторное занятие № 13. Автоматизированное создание протоколов соревнований			4		Выполнение заданий
	Итого за семестр	18	18	32		экзамен
	Всего аудиторных часов	68				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Барановская, Д. И. Хронометраж в спортивной деятельности : пособие для студентов направления образования 60 «Техника физической культуры и спорта» / Д. И. Барановская ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Спортивная инженерия». – Минск : БНТУ, 2022. – 75 с.
2. Балагин, В.В. Теоретические основы автоматизированного управления: [учебное пособие для вузов по специальности 22.02 "Автоматизированные системы обработки информации и управления"] / В. В. Балагин. – Минск: Вышэйшая школа, 1991. – 251.

Дополнительная литература:

3. Киркнел, Мэй с соавт. Технологии представления событий и информации с использованием визуализации хронометража событий: патент RU2015113124А// б-ка ФИПС, 2013. – 2 с.
4. Советов, Б.Я. Теоретические основы автоматизированного управления: [учебник для вузов по специальности "Автоматизированные системы обработки информации и управления" направления подготовки "Информатика и вычислительная техника"] / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской. – Москва: Высшая школа, 2006. – 461 с.: ил., табл. – (Для высших учебных заведений. Автоматика и управление).
5. Правила хронометража и фотофиниша ИААФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldathletics.org>.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- выполнение тестовых заданий;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена.

Тематика рефератов

1. Хронограф. Общая характеристика.
2. История хронометража забегов.
3. Хронофотография. Характеристика. История возникновения.
4. Технологии представления событийной информации с использованием визуализации хронометража событий.
5. Транспондеры для судейства.
6. Правила хронометража.
7. Беспроводная стартовая система RadioLynx.
8. Система фальстарта для легкой атлетики SJC.
9. Светодиодный матричный плоский экран.
10. Крепления оборудования для хронометража.
11. Система судейства и хронометража для синхронного плавания.
12. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по спортивному ориентированию.
13. Устройство для хронометража в судействе соревнований по прыжкам на батуте.
14. Системы судейства в фигурном катании, технические характеристики, принципы работы.
15. Системы судейства в единоборствах.
16. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов

1. История развития хронометража.
2. Электронные системы хронометража. Назначение, принцип работы.
3. Транспондер, принцип работы, технические характеристики.
4. Системы судейства в плавании. Принцип работы, технические характеристики (на примере системы OMEGA).
5. SIWIDATA. Назначение, принцип работы, технические характеристики.

6. Системы Swiss Timing, ALGE-TIMING технические характеристики. Назначение. Технические параметры.
7. Системы судейства в легкой атлетике. Технические параметры. Требования к техническому обслуживанию.
8. Системы судейства в гребле. Принцип работы, технические характеристики.
9. Автоматическая стартовая система для академической гребли. Требования к техническому обслуживанию.
10. Видеосистема для линии старта в академической гребле. Технические характеристики. Требования к техническому обслуживанию.
11. Понятие об автоматизированных системах судейства. Назначение, принцип работы.
12. Требования к АСС со стороны международных федераций.
13. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по водному поло.
14. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по гимнастике.
15. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по конькобежному спорту.
16. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по синхронному плаванию и прыжкам в воду.
17. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по биатлону, лыжным гонкам.
18. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по горнолыжному спорту.
19. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по стрелковому спорту.
20. Особенности функционирования АСС в судействе соревнований по прыжкам на батуте.
21. Хронометраж LYNX в легкой атлетике.
22. Система фотофиниша ALGE OPTIC2n. Принцип работы, технические характеристики. Требования к техническому обслуживанию.
23. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по автоспорту.
24. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по спортивному ориентированию.
25. Система судейства в хоккее с шайбой. Принцип работы, технические характеристики.
26. Система судейства в футболе. Принцип работы, технические характеристики.

27. Система судейства в баскетболе. Принцип работы, технические характеристики.
28. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по велоспорту.
29. Система судейства в боулинге. Принцип работы, технические характеристики. Принцип работы.
30. Системы идентификации спортсмена. Технические параметры. Принцип работы.
31. Системы фиксации фальстарта в различных видах спорта.
32. Системы хронометража, особенности их функционирования для соревнований по шорт –треку
33. Система судейства в легкоатлетических метаниях. Комплектация, технические характеристики.
34. Программное обеспечение, используемое в различных системах судейства.
35. Виды информационных табло применяемых в судейства соревнований.
36. Синхроаппарат TMD AS1T. Устройство, принцип работы, технические характеристики.
37. Тахеометры Leica Geosystems. Принцип работы.
38. Особенности систем судейства в роллер спорте.
39. Системы судейства в фигурном катании. Технические характеристики, принципы работы.
40. Системы судейства в единоборствах.
41. Системы судейства в соревнованиях по велоспорту (велотрек).
42. Использование систем судейства в неолимпийских видах спорта
43. Технические требования к условиям хранению и установке контактной финишной панели для судейства соревнований по плаванию
44. Система автоматизированного судейства "Электронный рефери"
45. Программное обеспечение пакета LC Scoreboard Studion, технические возможности особенности применения.
46. Световые створы Alge Timing PR1a. Назначение, функциональные возможности, принцип работы, технические характеристики.
47. Назначение, функциональные возможности, принцип работы, технические характеристики SEIKO Track and Field system.
48. Мобильное и беспроводное администрирование систем судейства.
49. Программное обеспечение ResulTV, его характеристика.
50. Системы судейства при проведении соревнований по фехтованию.
- 51.51 Обработка результатов с помощью программ типа Meet-Management. Автоматизированное создание всех протоколов соревнований.

52.Электронные табло, виды (бликерные, цифровые, полноцветные видеозэкраны и т.д.), принцип работы, условия эксплуатации.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка сообщений, презентаций, рефератов, тематических докладов по индивидуальным темам;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола заседания кафедры)
Согласование не требуется	Кафедра «Спортивной инженерии»		Содержание данной учебной программы не требует согласования с другими учебными дисциплинами специальности Протокол № 11 от 26.04.2022 г.

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.

Heuer 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 «Chronosamera» 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 линии 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.

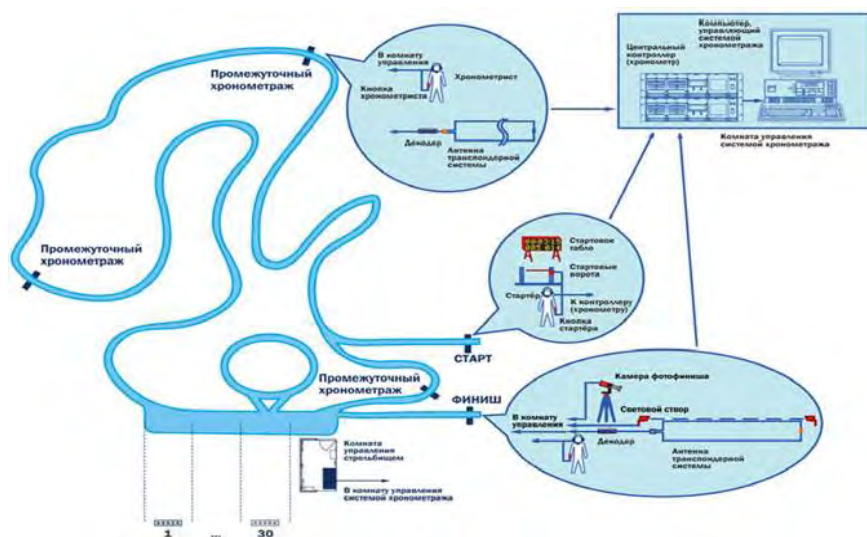


Рис. 5. Схема расположения оборудования на биатлонном стадионе [24]

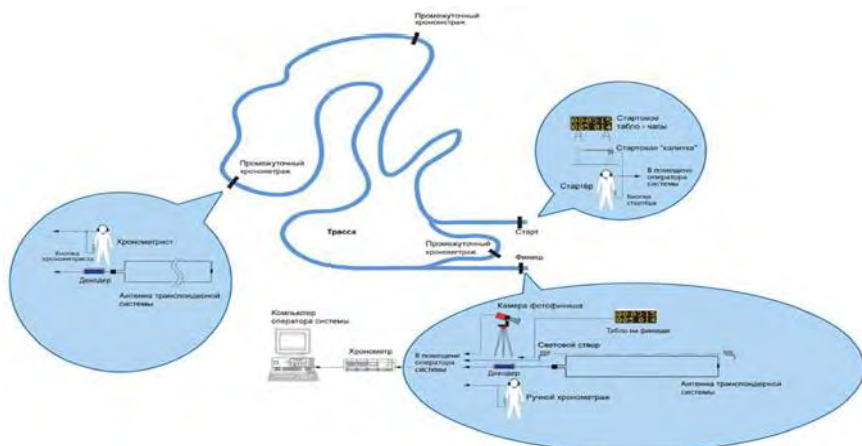


Рис. 6. Схема расположения оборудования на для лыжных гонок [24]

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.

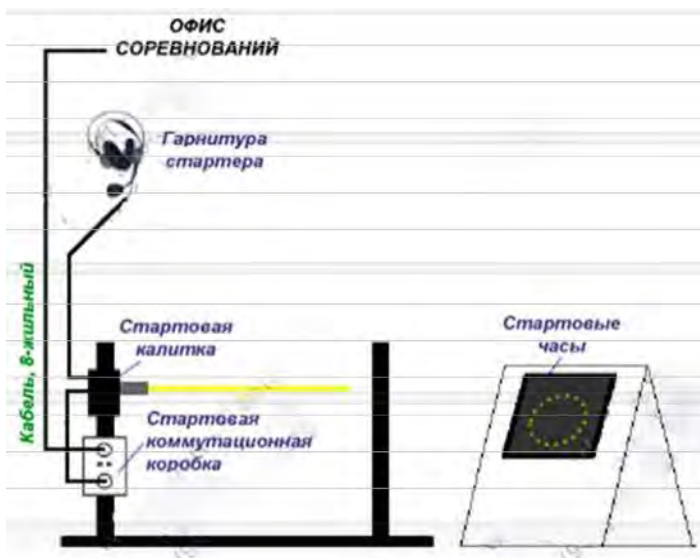


Рис. 8. Схема установки стартовой калитки и стартового оборудования [25]

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.

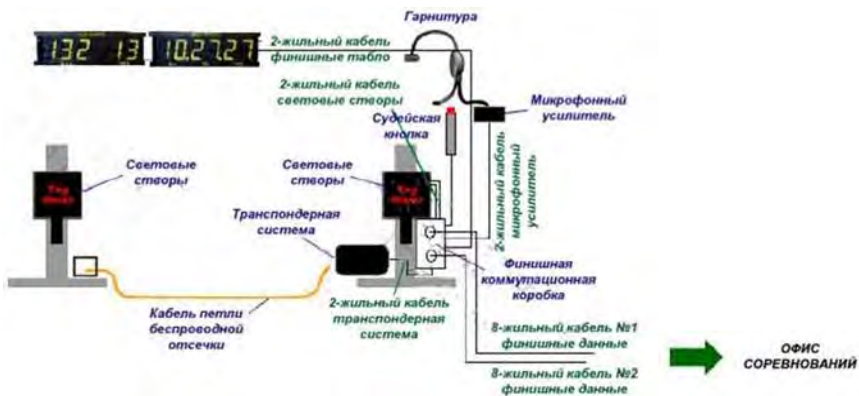


Рис. 9. Пример установки оборудования на финише [25]

Декодер SR-01

Используя многолетний опыт проведения соревнований, для промежуточных отсечек систем хронометража инженеры разработали устройство – декодер SR-01 (рис. 10). Оно представляет собой кейс, 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.

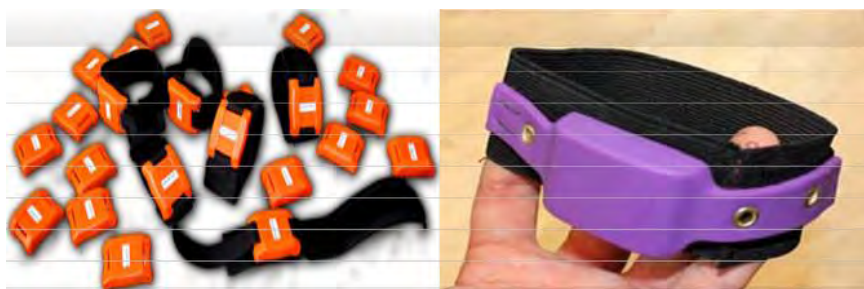


Рис. 12. Датчики-транспондеры

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».

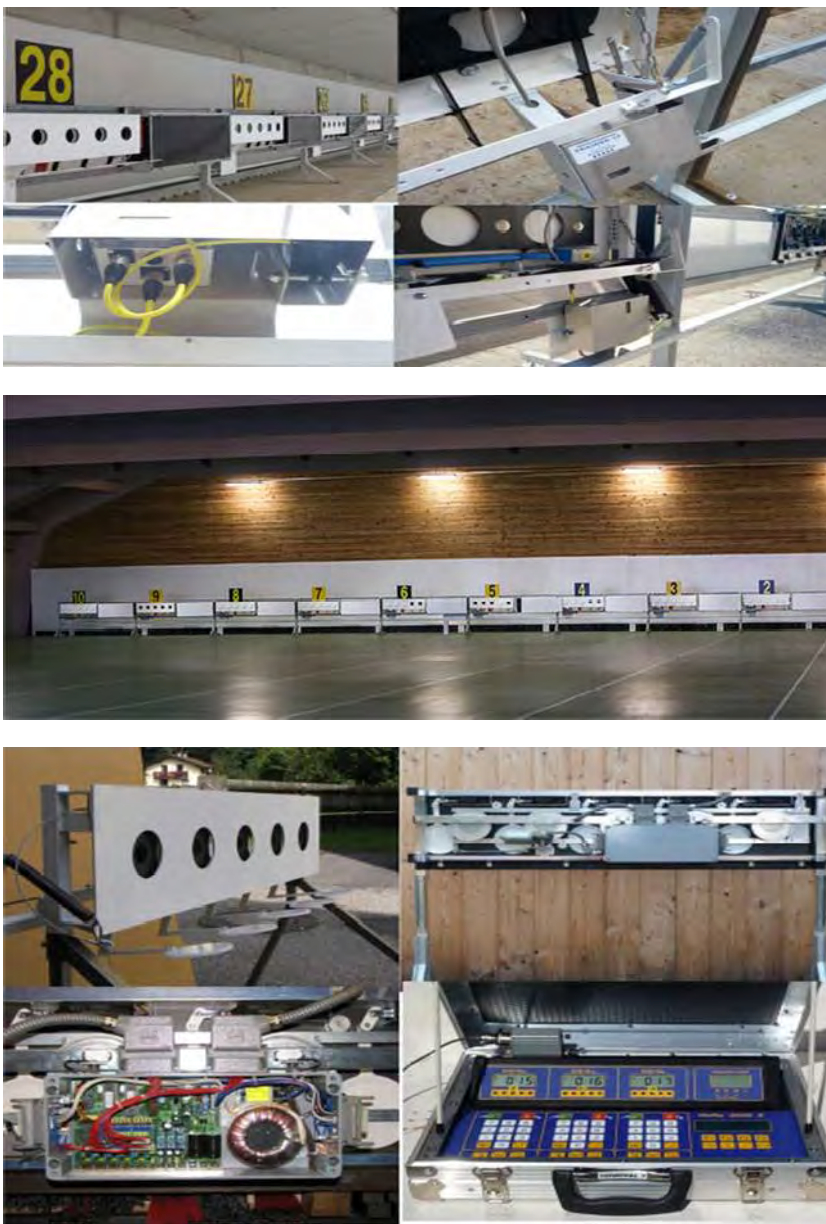


Рис. 13. Механические и электронно-механические мишенные установки

«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 сбоев 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 спортсмен прошел штрафных кругов. Программа SIWIDATA, ведущая хронометраж, сверяет данные по количеству промахов с данными по числу пройденных штрафных кругов и в случае расхождения выделяет спортсмен-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

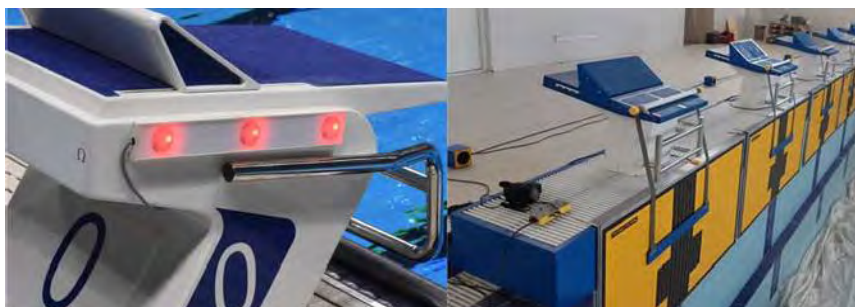


Рис. 16. Стартовый блок

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 *Timu2* может использоваться как основной хронометр соревнования, дублирующий хронометр, судейский терминал либо для работы специального оборудования.

Хронометр *Timu2* 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 *Timu2XE* и *Timu2*:

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).

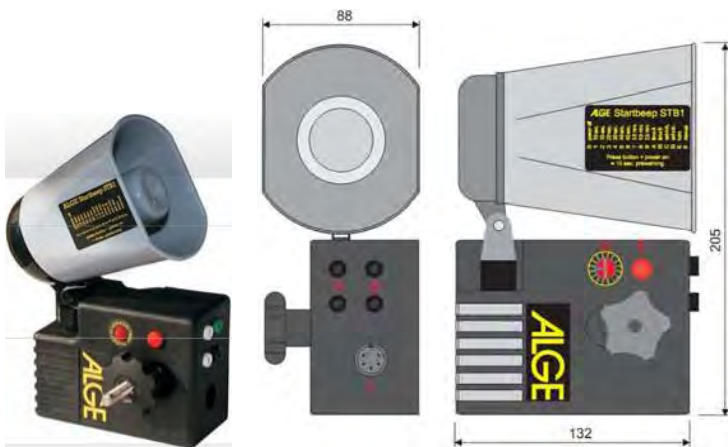


Рис. 19. Стартовое устройство



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.

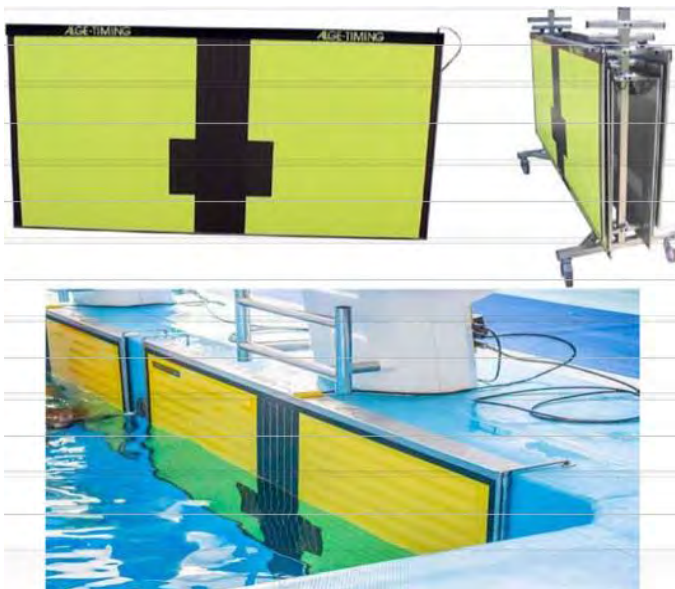


Рис. 22. Финишная панель

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.

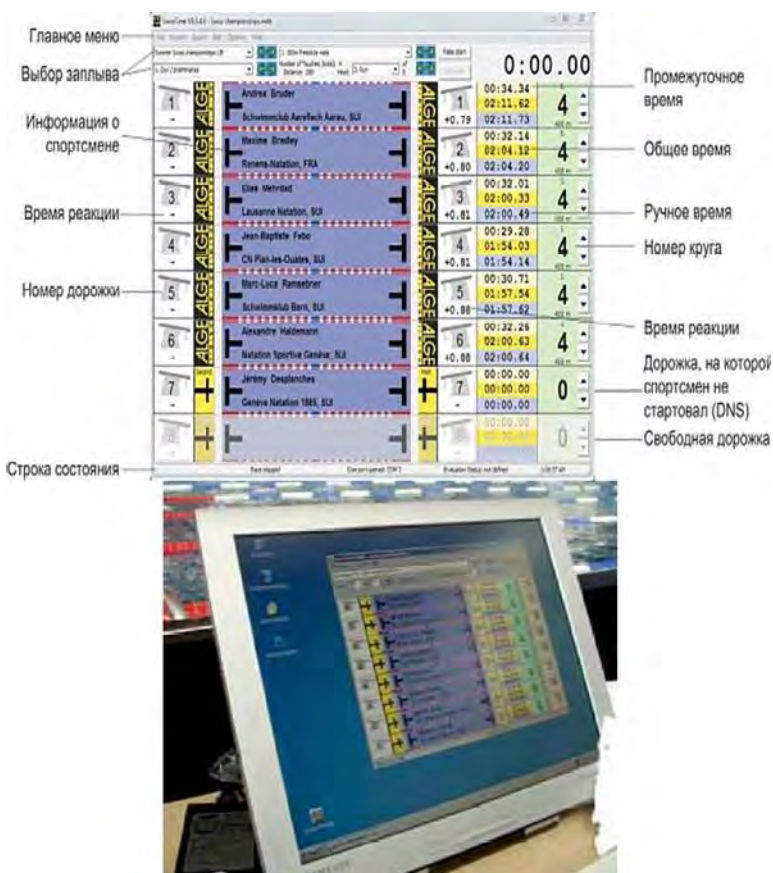


Рис. 24. Интерфейс ПО

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 визуальным 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.

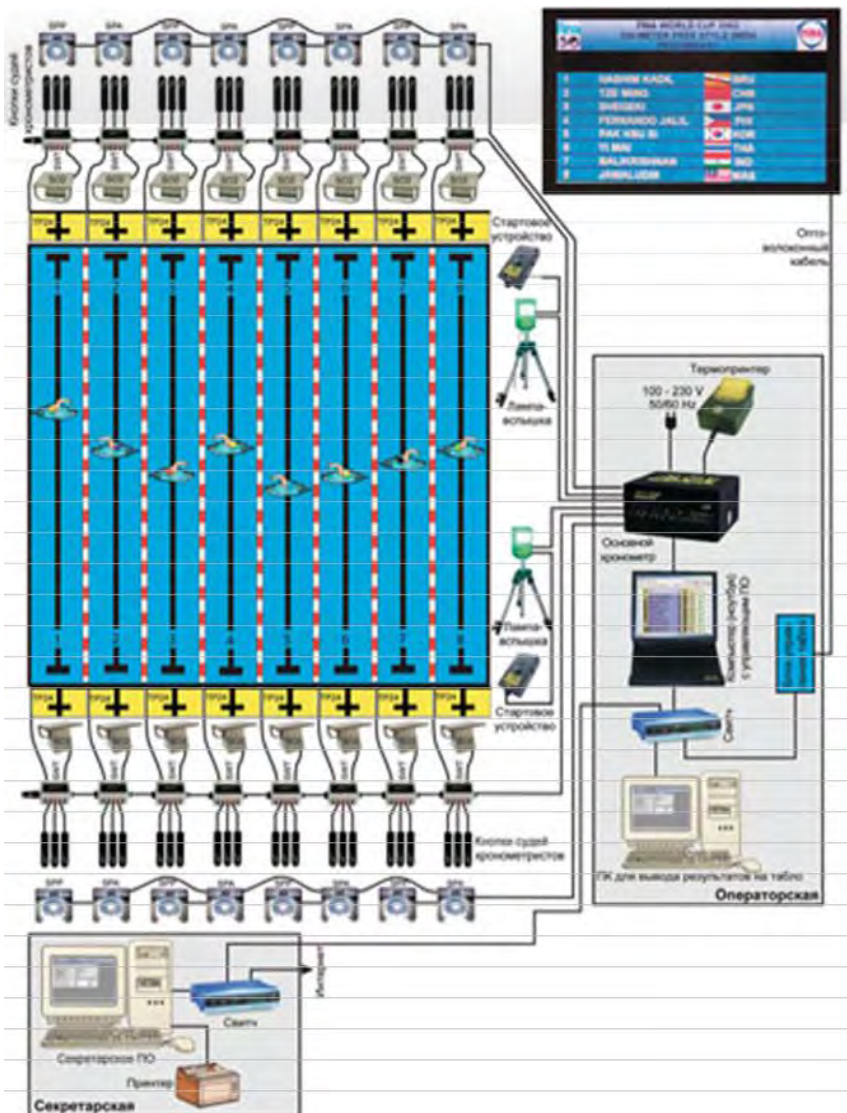


Рис. 25. Автоматическая система хронометража в плавании [23]

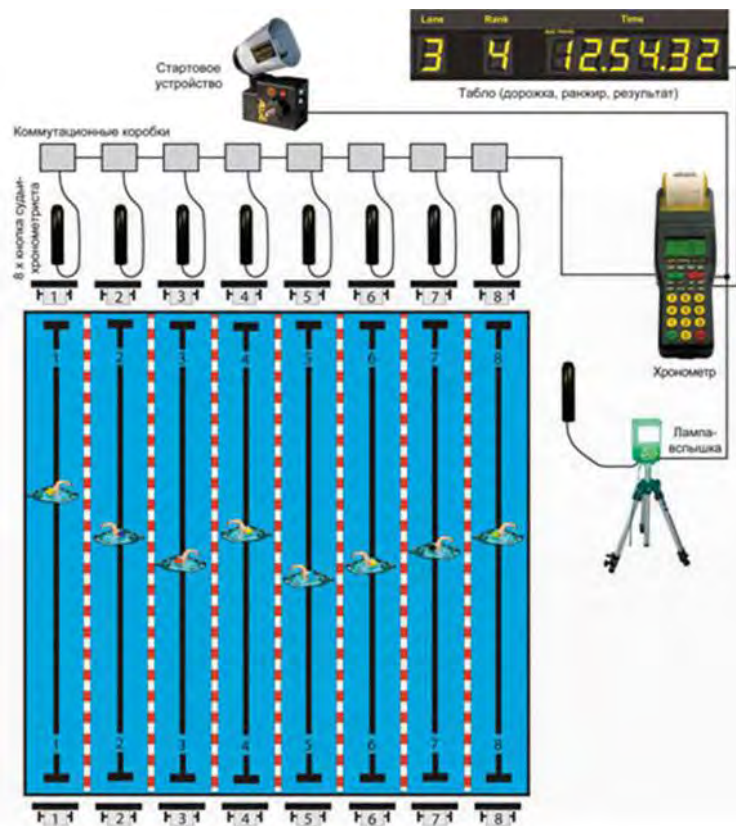


Рис. 26. Полуавтоматическая система хронометража в плавании [23]

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.

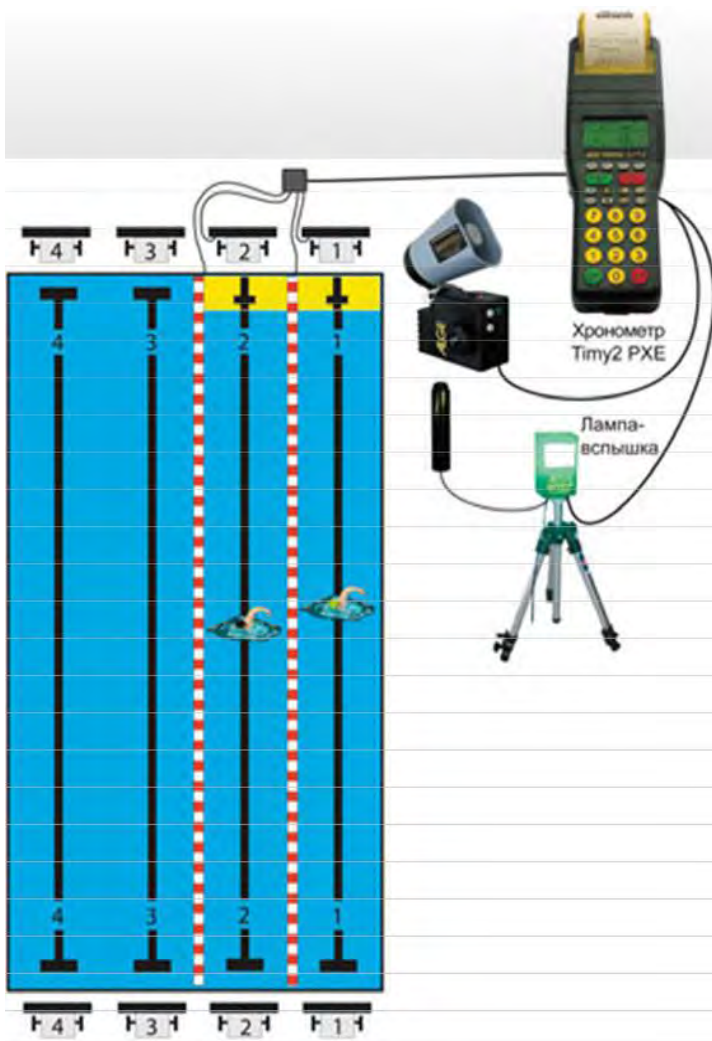


Рис. 27. Вид системы хронометража для тренировочного процесса в плавании [23]

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, соответствие 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

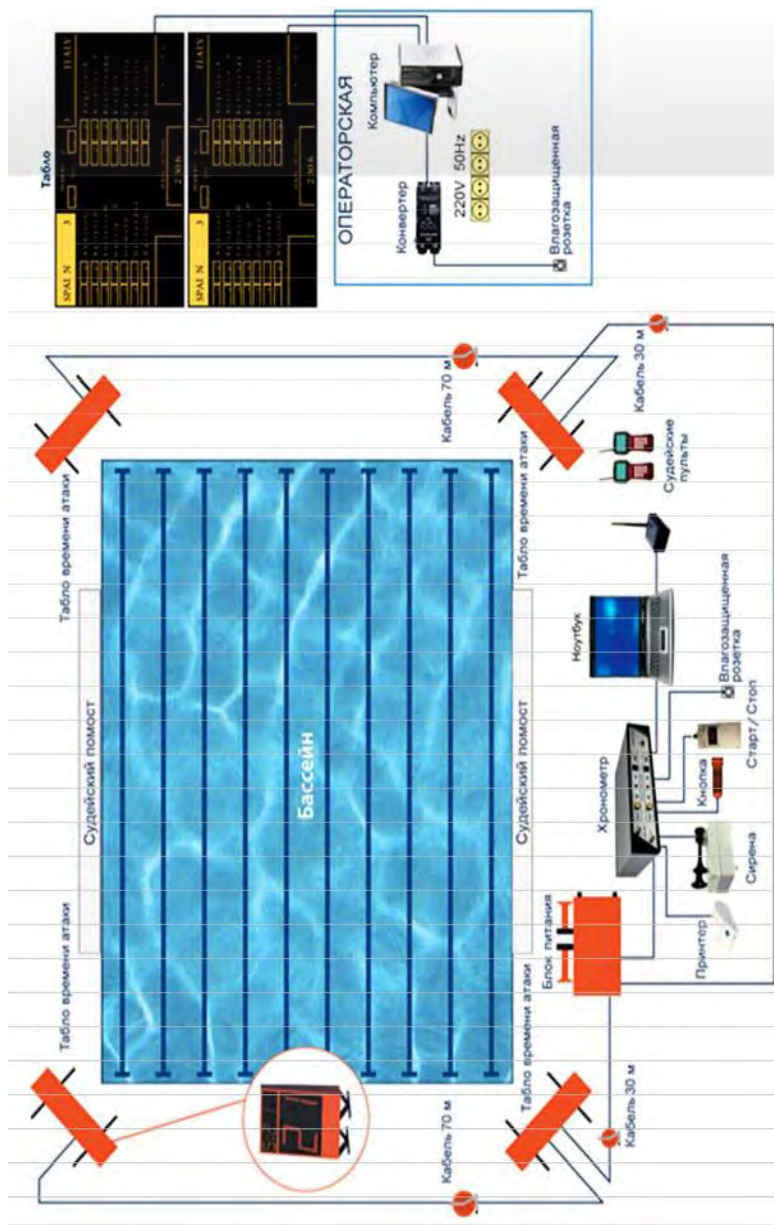


Рис. 29. Вид системы хронометража для водного поло [24]

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 Тіmu 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.

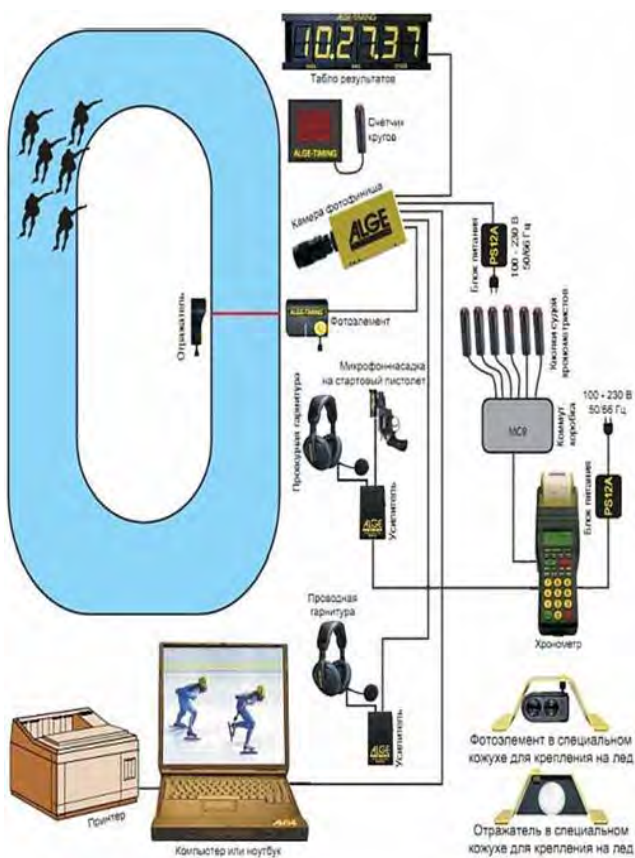


Рис. 31. Система хронометража в шорт-треке [23]

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 Правил 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 Правилем 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].

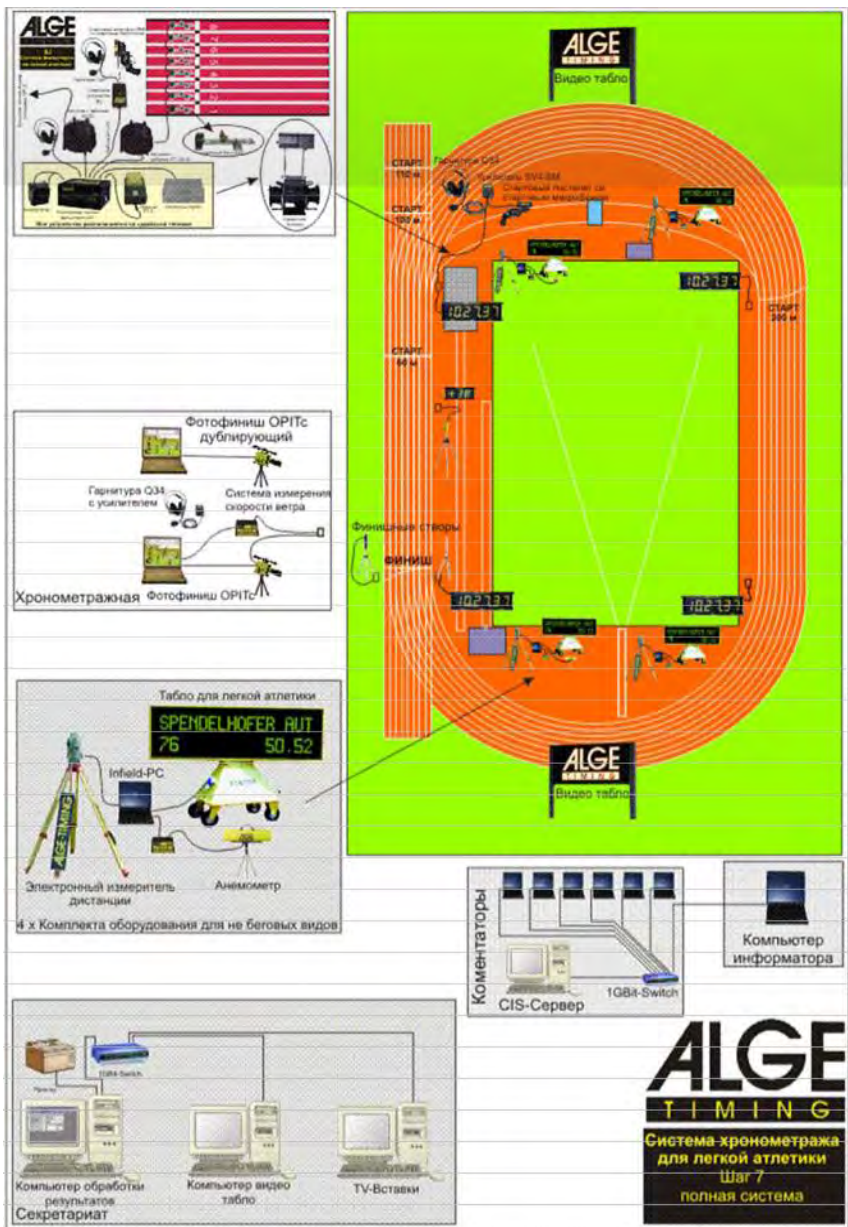


Рис. 32. Система хронометража для легкой атлетики

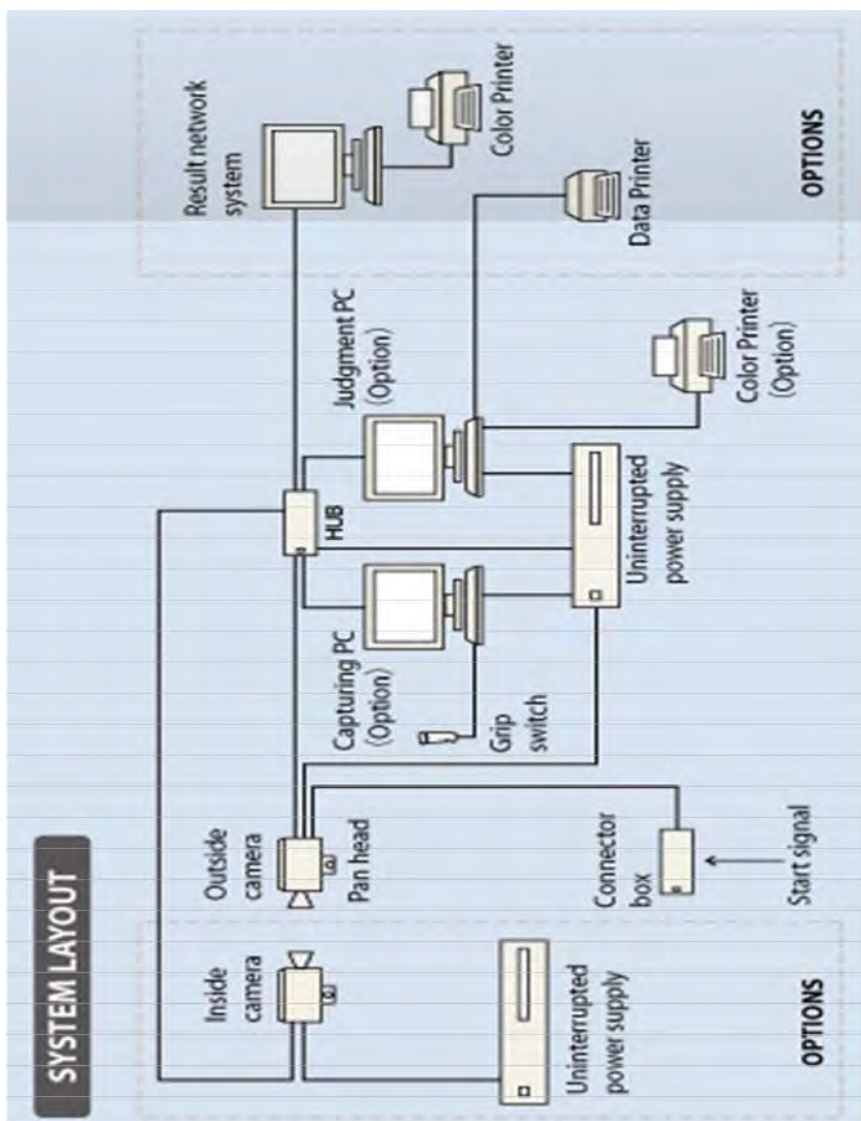


Рис. 33. Схемы подключения оборудования к дополнительными системами

RUNNING TIMER OPERATION BOARD



Рис. 34. Панель управления системой



Рис. 35. Табло

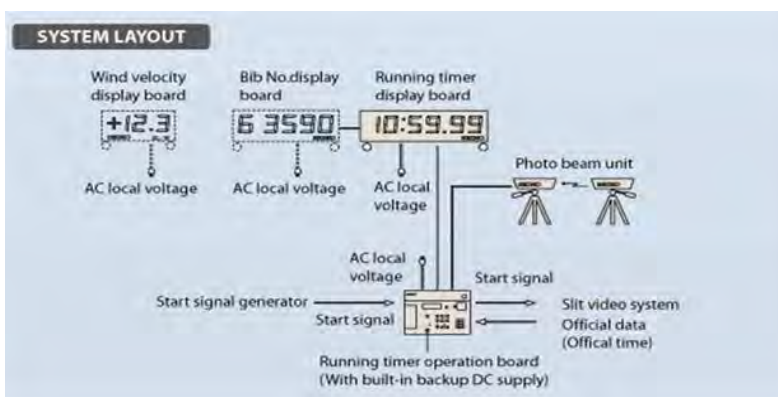


Рис. 36. Схема подключения табло и пульта управления

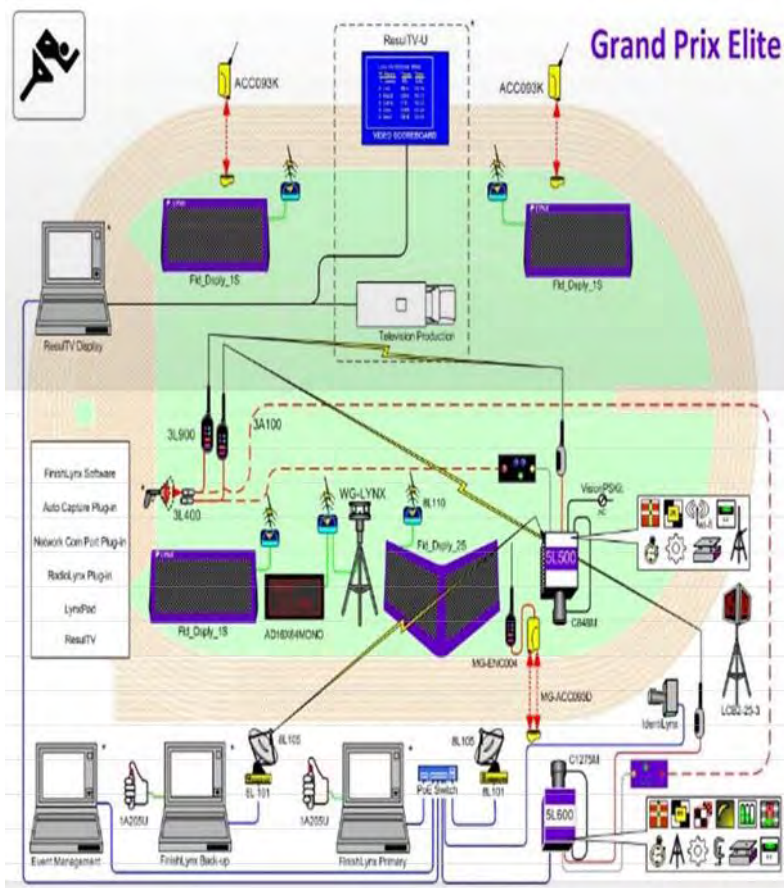


Рис. 37. Комплект и размещение оборудования Grand Prix Elite

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

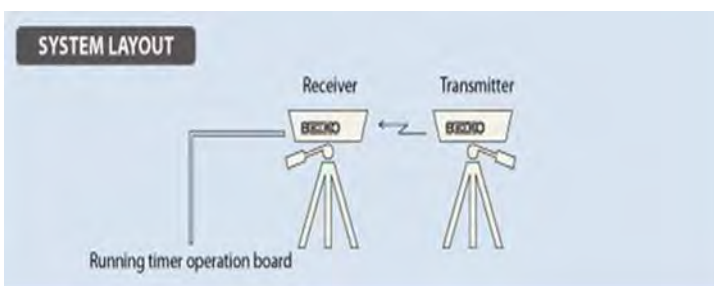


Рис. 40. Принцип работы камер фотофиниша

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.

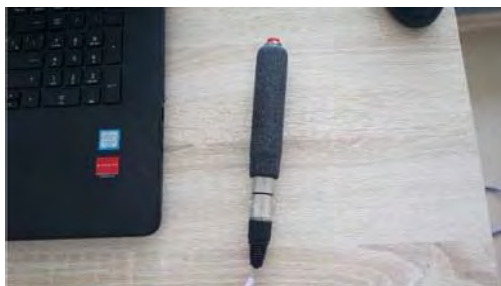


Рис. 41. Кнопка активации камеры фотофиниша

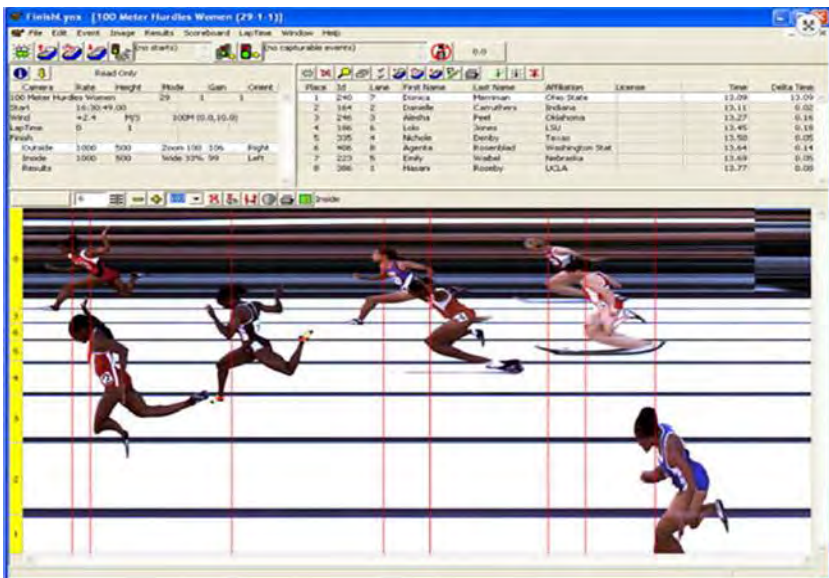


Рис. 42. Интерфейс программы FinishLynx

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 показывая 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 Lунх

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].

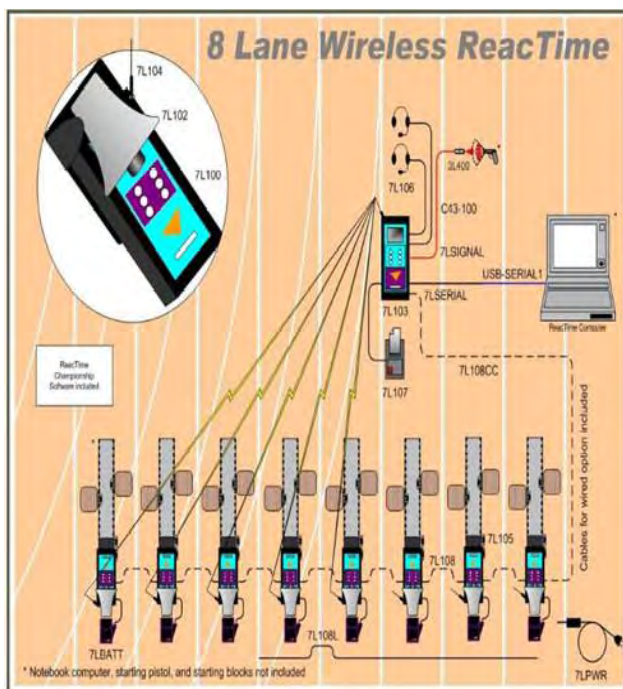


Рис. 45. Схема подключения системы определения фальстарта ReacTime



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

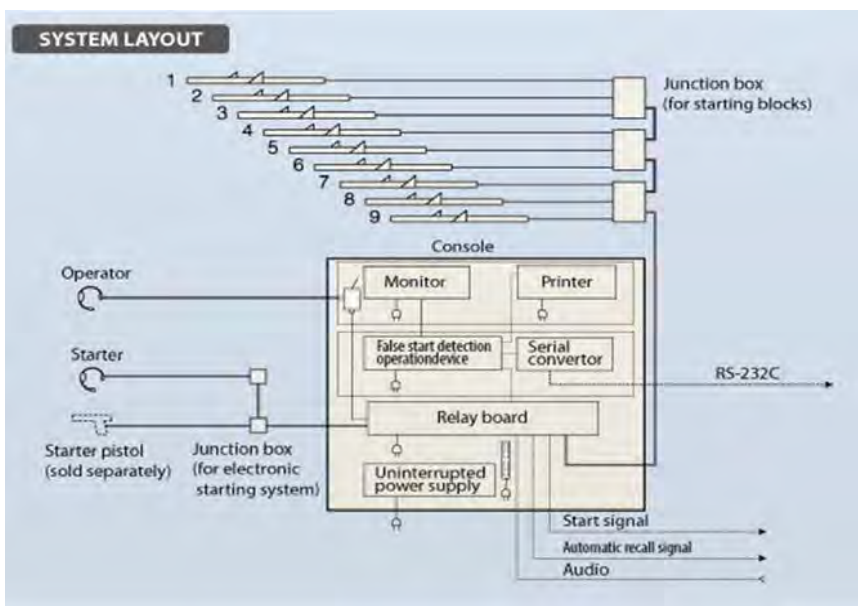


Рис. 47. Принципиальная схема работы системы фальстарта



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

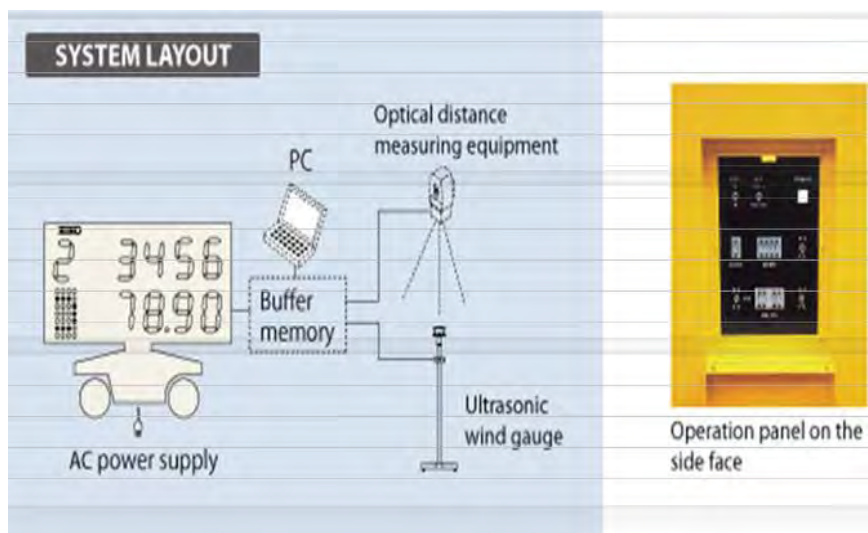


Рис. 51. Передвижное табло и схема его подключения

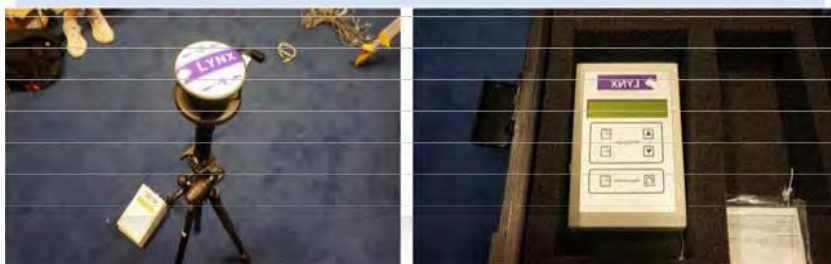
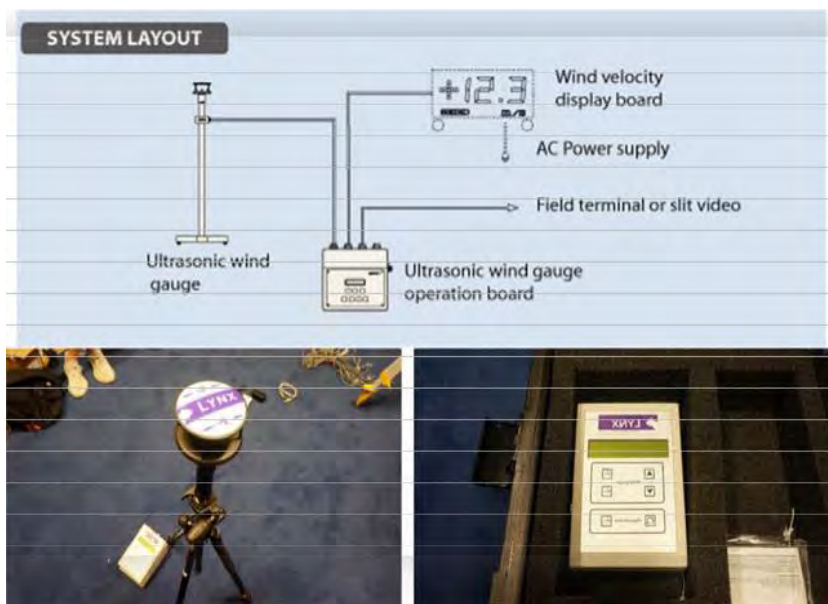


Рис. 52. Схема подключения измерителя скорости ветра и ультразвуковой измеритель скорости ветра Lynx

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

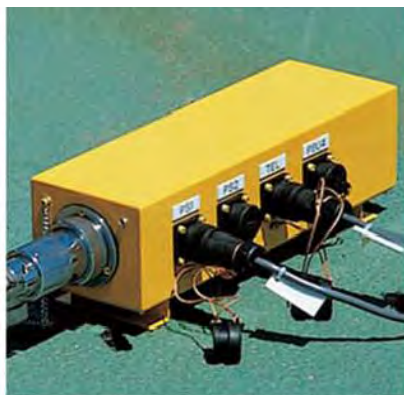


Cable connected to computer terminal (center)

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)

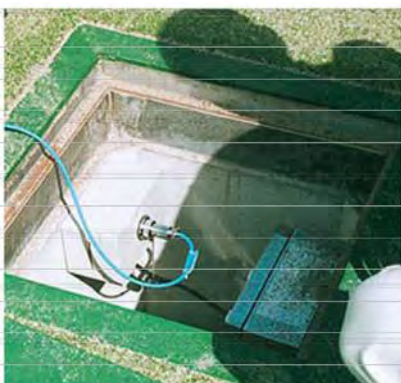
Рис. 55. Коннекторы для подключения различных элементов



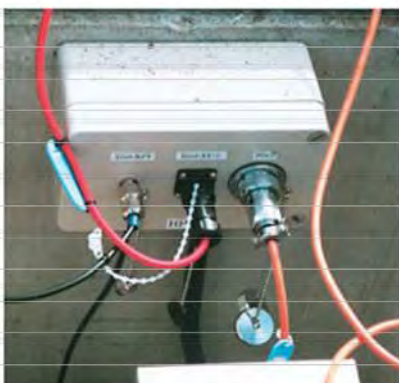
Extraction of cable from hand hole (1)



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 упражнения парой спортсменов. Состав устройства: пульт управления с индикатором; комплект передатчиков и приемников; сетевой адаптер; соединительные провода.



Рис. 58. Синхроаппарат TMD AS1T

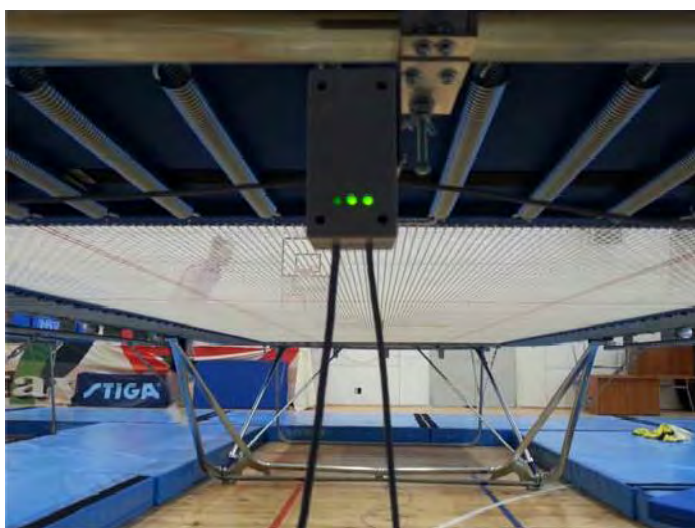
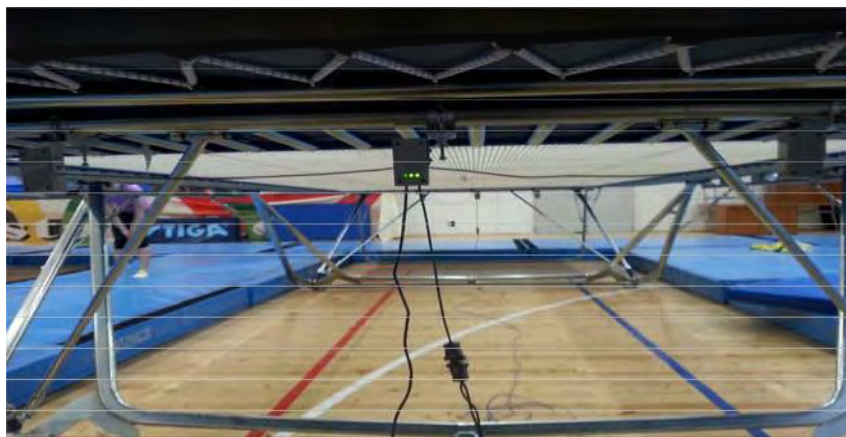


Рис. 59. Пример крепления установленного оборудования для хронометража

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 RU2015113124A// 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-hronometrazhnaya-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://teamprofil.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/bespроводnaya-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.avkgroup.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.

Список литературы

Основная литература

[Hronometrazh.pdf](#)

1. Барановская, Д. И. Хронометраж в спортивной деятельности : пособие для студентов направления образования 60 «Техника физической культуры и спорта» / Д. И. Барановская ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Спортивная инженерия». – Минск : БНТУ, 2022. – 75 с.
2. Балагин, В.В. Теоретические основы автоматизированного управления: [учебное пособие для вузов по специальности 22.02 "Автоматизированные системы обработки информации и управления"] / В. В. Балагин. – Минск: Вышэйшая школа, 1991. – 251.

Дополнительная литература:

3. Киркнел, Мэй с соавт. Технологии представления событий и информации с использованием визуализации хронометража событий: патент RU2015113124А// б-ка ФИПС, 2013. – 2 с.
4. Советов, Б.Я. Теоретические основы автоматизированного управления: [учебник для вузов по специальности "Автоматизированные системы обработки информации и управления" направления подготовки "Информатика и вычислительная техника"] / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской. – Москва: Высшая школа, 2006. – 461 с.: ил., табл. – (Для высших учебных заведений. Автоматика и управление).
5. Правила хронометража и фотофиниша ИААФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldathletics.org>.