

**ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ МВД РОССИИ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
МЕТОДИКИ ФИКСАЦИИ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ  
КОНТРОЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ  
СОТРУДНИКАМИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО ХРОНОМЕТРАЖА**

*Учебно-методическое пособие*

**Воронеж  
2025**

УДК 65.15

ББК 68

C56

*Авторский коллектив:*

*А. В. Пугачев – кандидат педагогических наук, доцент;*

*М. С. Романов – кандидат технических наук;*

*К. С. Марченко;*

*А. С. Даньшин;*

*Р. В. Милютин;*

*Т. Б. Цуров.*

*Рецензенты:*

*Н. А. Савчук – заместитель начальника кафедры огневой подготовки и деятельности ОВД в особых условиях Орловского юридического института МВД России имени В. В. Лукьянова;*

*Д. В. Ломакин – инспектор ОПП УРЛС ГУ МВД России по Воронежской области, кандидат педагогических наук.*

**Совершенствование** методики фиксации времени выполнения C56 контрольных упражнений сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации с применением систем автоматического хронометража : учебно-методическое пособие / А. В. Пугачев, М. С. Романов, К. С. Марченко, А. С. Даньшин [и др.]. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2025. – 65 с.  
ISBN 978-5-00229-221-9.

Учебно-методическое пособие посвящено проблемам совершенствования материально-технического обеспечения подразделений территориальных органов ГУ МВД России по Воронежской области, отсутствия комплексов для автоматической фиксации и подсчета времени сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации, выполняющих контрольные упражнения в рамках физической подготовки, а также при проведении соревнований по преодолению полосы препятствий со стрельбой.

Учебно-методическое пособие предназначено для профессорско-преподавательского состава образовательных организаций системы МВД России, а также начальствующего состава территориальных органов МВД России, занимающихся подготовкой сотрудников ОВД в рамках проведения занятий по профессиональной служебной и физической подготовке.

C-48-45(I)-25

УДК 65.15

ББК 68

ISBN 978-5-00229-221-9

©Воронежский институт МВД России, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Анализ современных систем хронометража.....	6
2. Разработка электрической принципиальной схемы и макета системы автоматического хронометража.....	17
3. Создание программного кода макета электронного устройства.....	33
4. Алгоритм работы и порядок работы оператора макета системы хронометража.....	57
5. Методические рекомендации по эксплуатации макета автоматического хронометража.....	59
Заключение.....	64
Список использованных источников.....	65

## Введение

В настоящее время физическая подготовка сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации является одним из важнейших направлений профессиональной подготовки. Важную роль в оценке скоростно-силовых упражнений в процессе физической подготовки играет использование современных систем хронометража. Они представляют собой высокотехнологичные устройства, способные точно измерять интервалы времени и обеспечивать надежную фиксацию результатов, а также помогают анализировать ошибки. Эти системы широко используются в спорте, производстве, науке и других областях. Однако их применение в физической подготовке сотрудников органов внутренних дел имеет свои особенности.

Выполнение оперативно-служебных задач сотрудниками органов внутренних дел по обеспечению правопорядка и общественной безопасности связано с необходимостью защиты не только прав, свобод и законных интересов граждан, общества и государства, но и с необходимостью защиты жизни и здоровья самих сотрудников полиции. Поэтому практика применения огнестрельного оружия сотрудниками органов внутренних дел не теряет своей актуальности.

Учебно-методическое пособие направлено на совершенствование материально-технического обеспечения подразделений территориальных органов МВД России и образовательных организаций МВД России и на решение проблемы недостаточного оснащения комплексами для автоматической фиксации и подсчета времени сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации, выполняющих контрольные упражнения в рамках физической подготовки, а также при проведении соревнований по преодолению полосы препятствий со стрельбой. В данном издании рассматриваются особенности использования современных систем хронометража для фиксации и подсчета времени выполнения контрольных упражнений и

времени преодоления полосы препятствий со стрельбой сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, анализируются преимущества и недостатки различных систем хронометража, а также предлагаются рекомендации по выбору наиболее подходящей системы для конкретных условий использования. Особое внимание уделяется техническим характеристикам и функциональным возможностям систем хронометража, а также требованиям, предъявляемым к ним в контексте физической подготовки сотрудников органов внутренних дел.

В учебно-методическом пособии рассматриваются следующие основные вопросы:

- разработка электрической принципиальной схемы макета автоматического хронометража;
- создание программного кода макета электронного устройства;
- алгоритм работы и порядок работы оператора макета системы хронометража;
- подготовка методических рекомендаций по эксплуатации макета автоматического хронометража.

## 1. Анализ современных систем хронометража

В календарный план физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий МВД России включаются Всероссийские спортивные соревнования МВД России по стрельбе из боевого ручного стрелкового оружия и полоса препятствий со стрельбой.

При одновременных стартах нескольких участников соревнований целесообразно использовать электронную систему хронометража. Хронометраж – это процесс измерения времени, который широко применяется в различных областях, включая спорт, науку, технику, производство и многое другое. Система электронного хронометража – это комплект аппаратуры измерения и индикации времени, который предназначен для измерения и отображения времени прохождения спортсменами трасс при проведении соревнований. Системы хронометража могут быть ручными или электронными. Ручной хронометраж основан на использовании специальных секундомеров или стоп-часов, которые управляются человеком. Электронный хронометраж включает в себя использование специализированных устройств, таких как электронные таймеры, RFID-метки, баркоды и другие технологии для автоматического измерения времени. Системы электронного хронометража широко применяются в спорте для фиксации времени начала и окончания соревнований, времени прохождения дистанций, времени выполнения упражнений и других параметров. Они обеспечивают высокую точность измерений, автоматическую фиксацию данных и удобство использования.

Хронометраж в спорте – это измерение продолжительности спортивного соревнования с помощью секундомера.

Также хронометраж в спорте может рассматриваться как метод изучения спортивной деятельности с помощью исследования затрат времени на выполнение определённых заданий, различных компонентов соревновательной и тренировочной деятельности, элементов техники движений.

Некоторые *показатели* для хронометража.

1. Время, потраченное на конкретную группу дел. Для каждой записи в таблице, кроме названия, времени начала и окончания, вводится дополнительное поле – группа задачи (рабочие дела, проекты, личные дела, отдых). К концу отчётного периода (например конца недели) можно просуммировать всё время, потраченное на какую-либо группу задач.

2. Важность и срочность задачи. Для каждой записи в таблице вводится два поля, куда вписываются числа, которые характеризует приоритет задачи и её срочность. Суммировав статистику, можно сделать выводы, на какой класс задач тратится больше времени.

3. Work-life баланс. Его можно определить как отношение времени, потраченного на решение рабочих проблем, ко времени, затраченному на личные нужды и отдых.

Набор показателей каждый для себя выбирает сам, исходя из собственных потребностей.

Зачастую на данных соревнованиях используются системы судейства для проведения спортивных мероприятий высокого уровня. Технический комплекс обеспечивает высокоточный подсчет очков и помогает судьям принять правильное решение в спорной ситуации. Соревнования проводятся в соответствии с официальными регламентами. Оборудование можно интегрировать в единую систему для отображения информации на различных медианосителях. Данная система – это комплекс оборудования, которое отвечает за сбор и обработку данных, вывод игровой информации на мониторы, табло и видеоэкраны, а также ее хранение. Благодаря ее использованию значительно улучшается восприятие происходящего, а судьи и зрители будут иметь полное представление о ходе состязаний.

Так, системы хронометража зачастую состоят из следующих основных компонентов (рис. 1):

– датчик для сбора данных;

- дальномер;
- центральный процессор;
- система определения фальстарта;
- камера фотофиниша;
- ручной хронометр;
- компьютер с установленным программным обеспечением;
- гарнитура с проводным подключением;
- табло и другие устройства для отображения информации.

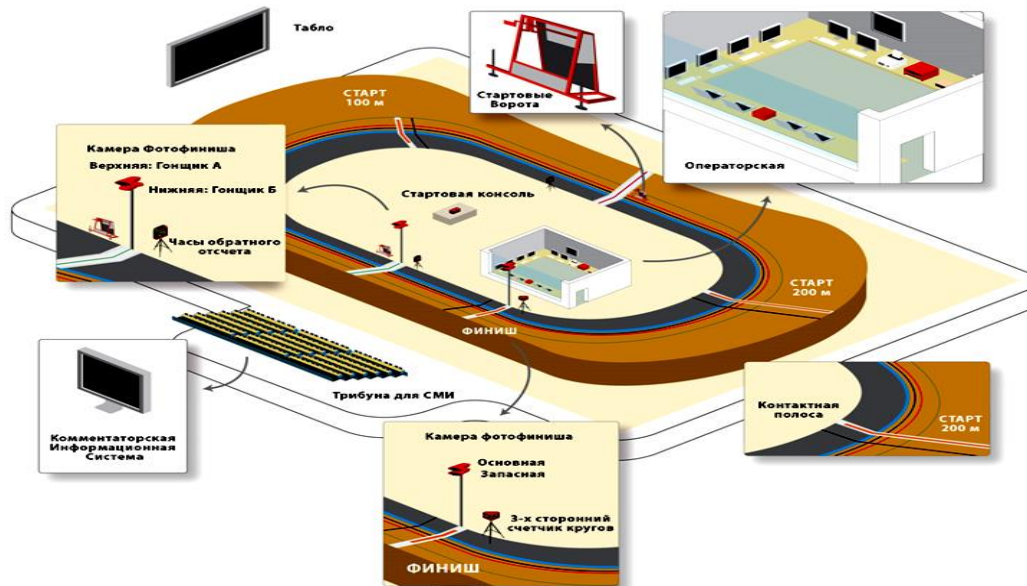


Рис. 1. Технический комплекс системы хронометража  
с основными компонентами

Для анализа современных систем хронометража необходимо вначале классифицировать их по принципу фиксации.

1. Транспондерные системы. Они представляют собой системы, фиксация времени старта-финиша у которых происходит при идентификации чипов. Они делятся на два вида: активные – системы с многоразовыми чипами, которые крепятся к ноге участника; пассивные – крепятся к нагрудному номеру. К достоинству активных следует отнести долгий срок службы, влагозащитные свойства, высокую вероятность фиксации времени. Но

у таких систем ограниченное количество для одного хронометража и высокая стоимость. Поэтому у пассивных систем наблюдаются преимущества, перекрывающие недостатки активных транспондерных систем хронометража, а именно: низкая стоимость, большое количество участников, простота в запуске системы.

2. Системы с фотофинишем. У данных систем фиксация происходит посредством инфракрасных оптических створов и высокоскоростной видеокамеры при пересечении спортсменом финишной линии. Преимуществом данных систем является, несомненно, высочайшая вероятность действительности результатов, однако есть и минусы. К ним следует отнести высокую стоимость (выше по сравнению с активными транспондерными системами), большое количество отдельных взаимодействующих устройств, а также зависимость от высококвалифицированных операторов данных систем.

Некоторые факторы, влияющие на точность фотофиниша:

– скорость движения объекта и скорость получения изображения; чем выше скорость движения и ниже скорость получения изображения, тем уже получится кадр: часть поверхности объекта, пересёкшего линию съёмки, не будет зафиксирована; при обратной ситуации (низкой скорости объекта или высокой скорости съёмки) объект будет шире, чем он есть на самом деле;

– освещённость; при одних и тех же параметрах оптической системы камеры изображение, полученное при разных скоростях съёмки, будет иметь разную освещённость: более тёмное при высокой скорости съёмки и более светлое при низкой;

– рабочая высота матрицы; она определяет протяжённость финишной линии, которая будет охватываться камерой фотофиниша. При особо широких финишных линиях (например, в гребле и ряде других видов) обычно нужны максимальные значения ширины захвата.

– настройка камеры; судья фотофиниша должен настроить камеру так, чтобы она снимала полосы точно по линии финиша. Для этого на ли-

нии финиша размечены маленькие чёрные квадраты. По правилам World Athletics размер каждого квадрата должен быть не более 2x5 см. Квадраты большего размера могут стать причиной погрешности в несколько тысячных и больше, что может повлиять на правильность итоговых результатов.

Качество камеры влияет на точность фотофиниша, в частности, через следующие механизмы:

- фокусировка; надлежащая настройка диафрагмы (фокуса) гарантирует хорошие снимки; важно отрегулировать зум так, чтобы на мониторе отображалась нужная область финиша; чем больше данных будет на средней части финишной линии, тем точнее будет корректировка;

- настройки изображения; можно установить параметры, которые влияют на качество изображения, например, коэффициент качества в формате JPEG, насыщенность цвета, повышение контурной резкости снимка;

- условия освещения. В сложных условиях (например, когда солнечный свет падает прямо в камеру или есть сильная тень) можно выполнить гамма-настройки, которые предусмотрены непосредственно в камере, чтобы улучшить изображение.

Также важно, чтобы камера была правильно установлена в зоне финиша. Неправильная установка может привести к тому, что линия финиша зафиксируется неполностью, и это повлияет на правильность определения победителя.

3. Электронно-механические системы или системы, фиксирующие касание. В данных системах хронометраж происходит при отпускании «стартовой» клавиши при начале движения участника и нажатии на нее же или «финишную» клавишу при завершении трассы. Преимущества данной системы заключаются в низкой стоимости, простоте использования. К существенному недостатку следует отнести тот факт, что применяться они могут там, где специфика спорта может это позволить. В основном это соревнования по плаванию на определенные дистанции.

Однако, несмотря на все преимущества, использование современных систем хронометража в физической подготовке сотрудников органов внут-

ренных дел имеет и некоторые ограничения. Например, стоимость таких систем может быть достаточно высокой, что делает их недоступными для некоторых организаций. Поэтому мы проанализировали различные системы хронометража по их характеристикам и ценовым диапазонам (таблица 1).

### Анализ современных систем хронометража

Таблица 1

Тип производства, производительность изучаемого элемента работы в секундах	Характер работы и участие в ней рабочего				
	Машинная работа	Машинно-ручная работа	Наблюдение за работой и оборудованием	Ручная работа	Применяемое брендовое оборудование, стоимость (рубли)
	Число замеров при хронометраже (нормативный коэффициент устойчивости хронографа)				
Массовое. До 10 свыше 10	7 (1.2)	19 (1.5)	19 (1.5)	45 (2.0)	Камера Etherlynx Vision Свыше 2000000
Крупносерийное. До 10 свыше 10	4 (1.1)	7 (1.2)	10 (1.3)	19 (1.5)	Видеокамера VeriLynx Свыше 1000000
Среднесерийное. До 10 свыше 10	5 (1.2) и 4(1.1)	11 (1.6) и 6(1.3)	16 (1.8) и 9 (1.5)	25 (2.3) и 13 (1.7)	Etherlynx Vision Pro От 1000000 до 2000000

Так, например, мониторинг линии финиша системы ALGE-TIMING IDCam от Австрийской компании обойдется в 200 000 рублей, что можно отнести к среднему ценовому сегменту. Комплекс спортивного хронометража от российского производителя Лаймтайм, в состав которого входят

декодер, напольная антенна и одноразовые чипы, обойдется в 450 000 рублей, следует отнести к премиум-сегменту. К бюджетному сегменту следует отнести систему хронометража для скоростных видов спорта отечественного производителя ФОТО-ФИНИШ.РФ-Л1, которую можно приобрести за 45 000 рублей, такая система подойдет для соревнований, проводимых внутри образовательных организаций, для фиксации своих показателей и улучшения времени.

В целом использование современных систем хронометража в системе оценки физической подготовки сотрудников органов внутренних дел является эффективным инструментом для повышения качества тренировочного процесса и достижения высоких результатов. Однако необходимо учитывать особенности конкретной ситуации и выбирать систему хронометража, которая наилучшим образом соответствует потребностям организации. Кроме того, некоторые системы могут быть сложными в использовании и требуют специальной подготовки преподавателей, инструкторов и судей.

Для автоматической фиксации и подсчета времени сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации, выполняющих контрольные упражнения в рамках физической подготовки, а также при проведении соревнований по преодолению полосы препятствий со стрельбой, экономически нецелесообразно использовать вышеуказанные системы. В следующей части работы будет представлен процесс создания экспериментальной модели электронного устройства макета системы автоматического хронометража на основе технологии RFID.

Основные проблемы использования системы хронометража в спорте связаны с особенностями оборудования, методикой организации и человеческим фактором. Эти проблемы требуют решения для обеспечения точности измерений и объективности соревнований.

### ***Оборудование***

1. Несрабатывание чипов. Например, при контакте чипа с кожей, рукой или ребёнком, поднятым на руки во время финиша, система может не сработать, хотя чип полностью исправен. Это связано с ограничениями технологии RFID, которая не всегда устойчива к влаге.

2. Сложность монтажа оборудования на массовых мероприятиях. Например, антенны и ридеры нужно устанавливать на контрольных точках, провода – закапывать в снег, чтобы их не зацепили участники.

3. Высокая стоимость многоразовых чипов. Под них нужно организовывать специальные процессы со сбором и выдачей чипов, а их утрата может вызвать трудности для организатора или участника.

### ***Методика***

1. Необходимость установки большого количества контрольных отметок в разных местах трассы, которая закрывается для движения транспорта незадолго до старта и должна постепенно открываться. Сотрудникам нужно хорошо знать маршрут, чтобы коврики для отсечек лежали в нужном месте.

2. Сложность синхронизации устройств хронометража (центрального таймера, устройств ручного хронометража, стартовых часов и т. д.) непосредственно перед соревнованиями.

3. Отсутствие единого универсального оборудования для массовых соревнований, которое позволяет регистрировать участников, создавать протоколы и вести рейтинги спортсменов.

### ***Человеческий фактор***

1. Ошибки в финишных протоколах из-за того, что участники намеренно или ненамеренно меняются номерами, бегут или прибегают на финиш без номера. В этом случае на обратной стороне номера размещают подробную инструкцию, как обращаться с номером и чипом для индивидуального хронометража.

2. Риск некорректного результата из-за неправильного крепления чипа, например, если повесить его на запястье, – вместе с движением руки чип постоянно будет менять положение с горизонтального на вертикальное и обратно.

3. Сложность корректировки результатов после закрытия финиша: кто-то не согласен со своим финишным временем, кто-то пробежал мимо рамок и не считался, кто-то перепутал номер с другом. В таких ситуациях результаты корректируют с помощью видеокамер на финише и данных от самих участников.

Некоторые *методы решения проблемы несрабатывания чипов в системе хронометража.*

1. Использование многоразовых чипов. Такие системы более надёжны с точки зрения считывания и подходят для фиксации результатов на высокой скорости и в разных окружающих средах.

2. Проверка микросхемы синхронизации перед гонкой. Большинство систем хронометража RFID имеют программное обеспечение, позволяющее проверить подключение и точность чипа.

3. Размещение таймингов в стратегически важных местах. Ковры для хронометража обычно размещают на линии старта и финиша, а также на контрольных точках трассы. Нужно убедиться, что они расположены в местах, где могут улавливать сигнал микросхемы синхронизации.

4. Обучение персонала технологии RFID. Это гарантирует, что сотрудники смогут устранять любые проблемы во время гонки.

5. Анализ результатов после гонки. Нужно проанализировать данные о времени, чтобы определить области для улучшения. Это поможет точно настроить систему хронометража для будущих гонок.

Также для точного определения времени финиша в случае сбоя чипа можно использовать видеокамеры, установленные на трассе, несколько

контрольных точек, коврик диктора и просмотр снимков фотографа с меткой времени.

Некоторые факторы, которые могут привести к сбоям в работе чипов системы хронометража.

1. Металлические компоненты. Они уменьшают дальность считывания из-за электромагнитных помех и экранирования.

2. Факторы окружающей среды. Грязь, вода, снег и пыль могут вызывать сложности со считыванием, особенно на высоких скоростях.

3. Разряд батареи. При достижении определённого уровня заряда (например 20%) работоспособность чипа может быть снижена.

4. Помехи во взаимодействии с измерительным контуром. Это может происходить из-за низкой температуры окружающей среды.

5. Нарушение правил использования чипа участниками. Например, если закрыть чип рукой или ребёнком, поднятым на руки во время финиша, система может не сработать, хотя чип полностью исправен.

6. Работа в плохих погодных условиях. Например, при проливном дожде или мокром снеге есть вероятность несчитывания, так как через плотный слой воды радиочастоты не проникают.

Температура также оказывает значительное влияние на работу микросхем в чипах. При повышении температуры увеличивается вероятность возникновения ошибок, что может привести к сбоям в работе устройства.

### ***Некоторые аспекты влияния температуры на работу чипов***

1. Электрическое сопротивление. При повышении температуры сопротивление проводников увеличивается, что снижает эффективность работы схем.

2. Свойства полупроводников. В транзисторах и микросхемах повышение температуры приводит к изменению концентрации носителей заряда. Это может привести к самопроизвольным переключениям логических элементов или сбоям в работе процессора.

3. Тепловое расширение. Различные материалы в электронных компонентах расширяются с разной скоростью. Например, в микросхемах из-за этого могут возникать механические напряжения, что в долгосрочной перспективе приводит к микротрещинам и выходу из строя.

4. Экстремально низкие температуры. При морозах электролиты в конденсаторах могут замерзать, что приводит к потере ёмкости. Кроме того, низкие температуры могут сделать пластик хрупким, увеличивая риск механических повреждений.

Для обеспечения стабильной работы электронных устройств необходимо поддерживать оптимальные температурные условия.

Некоторые *методы, которые используются для мониторинга температуры чипов.*

1. Использование термопары. Для проведения тестов изготавливают специальный модуль с термопарами, которые приклеивают к поверхности чипов с помощью теплопроводящей эпоксидной смолы. Затем через чип пропускают регулируемый постоянный ток (при низком напряжении). Показания термопары и датчика используют для расчёта градиента температуры и теплового сопротивления.

2. Применение инфракрасной тепловизионной камеры. Это бесконтактный прибор для измерения температуры, который может напрямую «видеть» распределение температуры чипа, отображая и анализируя распределение тепла на поверхности объекта.

3. Метод косвенного определения температуры по напряжению насыщения. В момент измерения нагрузка отключается и на кристалл подаётся стабильный ток от источника. Напряжение насыщения «коллектор – эмиттер» практически линейно зависит от температуры чипа при малом токе коллектора.

4. Метод in-situ. Это способ измерения температуры чипа в лаборатории. Чип нагревают до точно определённых температур с помощью ка-

либрованной нагревательной пластины. Затем вводят небольшой измерительный ток и измеряют полученное прямое напряжение. Между прямым напряжением и температурой чипа существует линейная связь.

## **2. Разработка электрической принципиальной схемы и макета системы автоматического хронометража**

При разработке устройства в ходе определения возможных принципов регистрации времени забега был выбран оптический метод регистрации. Данный метод наиболее простой и обладает целым рядом преимуществ, таких как гибкость при построении алгоритмов обработки оптических сигналов, отсутствие дорогостоящих составляющих при разработке, приемлемое отношение цена-качество. Основным при разработке устройства являлась качественная и надежная работа макета в условиях естественного дневного освещения. За основу построения прибора была взята конструкция двухпозиционного линейного лазерного обнаружителя с лучом малого угла расхождения. В качестве чувствительных элементов при построении оптической системы приема были взяты отечественные фотодиоды типа ФД303 (рис. 2), обладающие длиной волны максимума спектрального распределения фоточувствительности от 0,4 мкм до 1,1 мкм.



Рис. 2. Внешний вид фотодиода ФД303

Оптическая система приема оборудована внешними собирающими оптическими линзами диаметра 23 мм с фокусным расстоянием 40 мм. В качестве устройств оптической системы передачи использовались лазер-

ные светодиоды красного излучения мощностью 100 мВт. Стоит отметить, что выбор лазерных светодиодов исходил из спектральной чувствительности фотодиодов. В нашем случае максимум спектральной мощности от светодиодов находится в диапазонах длин волн 630-660 нм, что входит в основную часть полосы чувствительности фотодиодов.

Разработка электрической принципиальной схемы макета устройства оптического приема и обработки производилась в системе автоматизированного проектирования Proteus 8 Professional. Proteus – программа конструирования электронных схем. Используется как для учебных целей, так и для промышленного производства сложных электронных устройств. Proteus объединяет в себе две основных программы: ISIS – редактор электронных схем с возможностью имитации их работы и ARES – программное обеспечение для проектирования печатных плат. Кроме этого ARES может создать трехмерную модель печатной платы.

Работа в программе Proteus состоит из нескольких этапов.

1. Создание принципиальной схемы устройства (ISIS).
2. Имитация работы схемы. Не всегда получается, особенно когда есть элементы библиотеки, созданные самостоятельно (ISIS).
3. Расположение элементов и разводка печатной платы (ARES).
4. Создание трёхмерной модели платы. Только для тех компонентов, у которых есть 3D-модель (ARES).
5. Создание собственных, нестандартных элементов для библиотеки (ISIS, ARES).
6. Подготовка комплекта файлов для автоматизированного производства печатной платы (ARES). В данном руководстве рассматриваются только основные приёмы работы по созданию принципиальной схемы устройства, разводке печатной платы и созданию элементов библиотеки.

Интерфейс обеих частей, ISIS и ARES, очень похож. Переключение между этими редакторами производится с помощью кнопок. В самой

верхней части экрана расположено МЕНЮ. Прямо под ним помещена лента с иконками основных команд. Рабочая область программы представляет из себя набор вкладок, таких как ISIS, ARES и др. Многие вкладки очень похожи друг на друга. Слева расположена панель инструментов этого редактора. Сразу справа от панели инструментов виден переключатель объектов. Он содержит список возможных элементов, с которыми работает выбранный инструмент. Самая большая часть окна – основное окно редактирования. Внизу находится строка состояния, в которой тоже может быть какой-нибудь выбор для активного инструмента. Но в основном в строке состояния показываются координаты курсора, установки инструмента и другая информация. Изображение в окне редактирования можно увеличить или уменьшить. Это можно сделать несколькими способами:

- вращением колёсика мыши; при этом место, куда указывает курсор, останется на месте;
- нажатием клавиш F6 или F7;
- нажатием на соответствующие кнопки в ленте под меню;
- растягиванием прямоугольника левой клавишей мыши при нажатой клавише SHIFT;
- нажатием клавиши F8 можно показать весь чертёж целиком; нажав колёсико мыши, вы можете передвигать чертёж по окну редактирования. Это также можно сделать, если нажать клавишу F5.

### ***Создание принципиальной схемы устройства в системе автоматизированного проектирования Proteus 8 Professional***

Для того чтобы начать рисовать схему, необходимо получить необходимые нам элементы из библиотек.

Один из способов для выполнения данной операции: 1 – выбрать инструмент «Component Mode»; 2 – нажать кнопку «P» в верхнем левом углу переключателя объектов. Появится диалоговое окно Браузера библиотек.

В библиотеках находим необходимые элементы. Можно просто ввести наименование элемента, а можно выбрать по категории, подкатегории, изготовителю. Оба этих способа можно комбинировать.

Далее выбираются все необходимые элементы. В нашем примере (мультивибратор) – это резисторы, конденсаторы, светодиоды, точки подключения. Если в процессе рисования схемы обнаружилось отсутствие элемента, то его можно добавлять в любой момент.

Однотипные элементы добавляются один раз. Когда элементы добавлены в редактор, их можно расставлять на схеме в окне редактирования и соединять линиями. Чтобы разместить элемент на схеме, нужно выбрать инструмент «Component Mode». Далее выбираем элемент из списка добавленных. Затем переместите указатель мыши в окно редактирования и нажмите левую кнопку. Контур элемента появится под указателем мышью и будет следовать за ним. Как только будет нажата левая кнопка мыши, элемент будет помещен на схему и прорисован полностью.

В режиме размещения можно также вращать элементы, используя клавиши «+» и «-» или кнопки с характерными рисунками на панели инструментов. Если необходимо отобразить элемент зеркально, используются комбинация `Ctrl+M` или соответствующие кнопки.

Когда элементы помещены на схему, для многих из них потребуется указать какие-либо параметры. Например: для резисторов – указать сопротивление, для конденсаторов – ёмкость. Также некоторые элементы могут выпускаться в различных видах корпусов, а резисторы разных мощностей тоже имеют различные размеры. Чтобы изменить свойства элемента, можно два раза щёлкнуть по нему левой кнопкой мыши или выбрать команду

«Свойства» из контекстного меню. Здесь же можно изменить позиционное обозначение элемента на схеме.

Довольно часто при первоначальном расположении элементов невозможно учесть удобное расположение всех элементов. Для перемещения элементов по схеме используются стандартные для большинства графических редакторов способы. Например, можно выделить элемент с помощью инструмента «выделение» и просто перетащить его, удерживая левую кнопку мыши. Можно также выделить прямоугольную область схемы и передвинуть её обычным образом. В качестве альтернативы можно кликнуть правой кнопкой на объекте и использовать действия перетаскивания, вращения, отображения из появившегося контекстного меню. Соединение элементов – одна из основных задач, которые вы выполняете.

Существует два основных способа соединения элементов.

1. Непосредственное рисование линий соединения.
2. Именованное рисование проводников (раньше назывался «шины»).

Непосредственное рисование линий соединения можно производить при выборе любой из команд редактирования схемы. Для этого достаточно просто навести курсор на вывод элемента. Этот вывод должен высветиться другим цветом. Нажать левую кнопку мыши. Далее можно переместить указатель мыши к другому выводу, который соединяется этой цепью. Когда курсор будет находиться над выводом, нажать левую кнопку мыши. Цепь нарисована.

При построении линий соединений можно использовать режим рисования горизонтальными и вертикальными линиями. Режим выбирается нажатием кнопки. Во время рисования линии можно указывать точки поворота линии. Это делается нажатием левой кнопки мыши. Если вторым концом линии соединения указать другую линию, то эти они соединятся точкой.

Именованное рисование проводников используется в больших схемах, где довольно много линий соединений, и их переплетение будет только затруд-

нять чтение схемы. В этом случае рисуют только начало и конец линии и проставляют её имя. Для выбора режима именованя линий используется команда «LVL». Например, линии соединения использующей наименование линии. В этом примере все выводы элементов, к которым подведены линии, подписанные как «line1», соединены между собой. Задание: соединить все элементы на схеме мультивибратора, проставить номиналы и позиционные обозначения всех элементов.

### ***Трассировка печатных плат (ПП) (ARES)***

Разработку печатной платы можно условно разбить на два этапа.

1. Расположение корпусов элементов на заготовке платы.
2. Создание рисунка токопроводящих дорожек соединяющих выводы элементов.

Это деление довольно условное, ведь во время проектирования рисунка дорожек очень часто выясняется, что какой-нибудь элемент удобнее поставить в другом месте или повернуть по или против часовой стрелки. Иногда при разработке больших схем плату разрабатывают частями, т. е. сначала располагают элементы только какого-нибудь одного блока схемы и разводят дорожки, соединяющие элементы этого блока, потом добавляют элементы следующего блока и так далее. Такой порядок каждый разработчик выбирает для каждого проекта самостоятельно, нет строгих канонов.

Все построения, рисования и расположение элементов производятся в редакторе ARES в определенных слоях. Слой для работы выбирается в нижнем левом углу окна программы. Использование различных слоёв позволяет быстро создавать файлы для оборудования, производящего печатные платы.

Сначала необходимо нарисовать границы печатной платы. Если мы ограничены какой-нибудь формой и размерами, то соответственно и рисуем

такую форму. А если нет – рисуем заведомо больший прямоугольник, потом мы можем поменять его размеры. Для рисования границы платы используется слой «Board Edge». В панели инструментов слева внизу есть команды простого рисования: линия, прямоугольник, овал, дуга, полилиния.

Чтобы расставить корпуса элементов на печатной плате, есть два способа, которые опять же можно комбинировать. Автоматическое расположение. Выбрать меню «Tools->Auto-Placer». Ручное расположение. Расположение корпусов вручную производится при выборе режима «Component Mode». При этом в окне выбора справа от панели инструментов будет показан список всех корпусов элементов, используемых в схеме устройства, для которых назначены корпуса. Корпус после выбора мышкой помещается внутрь области, ограниченной BoardEdge.

Можно сначала сделать автоматическое расположение и потом перемещать компоненты по плате, а можно сначала расположить часть корпусов так, как нам удобно и затем расположить остальные корпуса автоматически, и потом так же вручную перетаскивать.

Во время расположения и после этого можно менять ориентацию компонентов. Их можно поворачивать, отображать симметрично, перемещать на другую сторону платы (для компонентов поверхностного монтажа). Эти операции выполняются так, как описано в общих положениях.

Удобство программы Proteus в режиме трассировки печатной платы по созданной схеме заключается в том, что при размещении и перетаскивании элементов автоматически показывается, к каким выводам других компонентов подключен данный элемент. Это помогает удобнее и правильнее разместить корпус. При этом желательно получить как можно более короткие линии соединений и наименьшее количество их пересечений, ведь дорожки на плате не должны пересекаться.

Когда все или какая-нибудь часть элементов помещены на плату, можно приступать к трассировке токопроводящих дорожек.

Если плата будет производиться промышленным способом, то для прокладки дорожек используют обе стороны печатной платы (в случае многослойной ПП используют ещё и внутренние токопроводящие слои). Однако если плату планируется сделать самостоятельно с применением технологии ЛУТ, то используют, как правило, только одну сторону платы (называется сторона проводников «Solder Side»). Хотя при определённых навыках можно сделать и двухстороннюю плату.

Элементы, которые предусматривают монтаж с помощью просовывания вывода через отверстие платы, располагаются на стороне «Component Side». Если используются элементы поверхностного монтажа (припаиваются прямо на контактные площадки, без просовывания через отверстия), то они могут располагаться на обеих сторонах платы.

Непосредственно само рисование производится в режиме «Track Mode». Чтобы нарисовать дорожку, нужно в этом режиме нажать левую кнопку мыши на одном из выводов разводимой цепи. При этом изображение всей платы будет приглушено, а выбранная цепь останется яркой, показывая нам, что с чем нужно соединить. Потом указываем левой кнопкой мыши на другой вывод цепи и завершаем рисование дорожки. Во время рисования можно делать промежуточные клики левой кнопкой, для того чтобы в этом месте сделать поворот дорожки.

При рисовании можно выбрать толщину линии. Не забываем выбрать правильный слой для рисования. При односторонней плате (такой, как наш мультивибратор) используется слой «Solder Side». Во время рисования дорожки система автоматически будет контролировать пересечение с уже нарисованными дорожками. В процессе трассировки ПП можно изменять, переносить, удалять дорожки. Можно также двигать компоненты.

Когда плата разведена, её рисунок можно напечатать на принтере. Для этого используется команда меню «Output -> PrintLayout». Перед тем как печатать изображение, можно выбрать только те слои, которые нас ин-

тересуют. Например: только расположение компонентов или только дорожки со стороны проводников.

При выводе на печать рисунка дорожек стороны проводников нужно учитывать то, что мы смотрим на него через плату. Поэтому нужно применить зеркалирование при выводе на печать. Но если выводится изображение для ЛУТ технологии, зеркалирование нужно для рисунка дорожек со стороны компонентов, а сторону проводников зеркалить не надо.

Второй способ разводки печатной платы в Proteus – это автотрассировка. Для хорошей автоматической трассировки нужно выставить множество технологических параметров. Это тема для отдельной статьи. Здесь только покажем пример автоматической трассировки мультивибратора.

Если ARES не смог развести все дорожки, то переставляем элементы по-новому. Если же ARES развел плату, но выдал предупреждение об ошибках, то это значит, что расстояние между площадками и дорожками где-то меньше допустимого. В этом случае проверяем технологические параметры.

Задаём размеры платы (board edge). Расставляем элементы какого-нибудь узла схемы, например генератора. Запускаем автотрассировщик, – смотрим, как идут дорожки, удачно ли расположены элементы, – возможно, откатываем назад, переставляем и поворачиваем элементы. Снова запускаем автотрассировщик. Если всё более-менее нормально, то расставляем соседний узел. Снова запускаем трассировщик. И так далее, пока не соберется вся схема.

Трассировщик не всегда может сразу развести всю плату (иногда не может провести какие-нибудь дорожки). Расстановку элементов лучше всего делать вручную, так как программа далеко не всегда делает это хорошо и удобно для дальнейшей разводки.

Довольно часто случается такая ситуация, что в библиотеках программы нет необходимых элементов. Как быть в таком случае? Нужно создать недостающий элемент. Полное создание элемента – довольно объёмный процесс. Но, например, для разводки печатной платы совсем не обяза-

тельно создавать элемент полностью. Достаточно только изображение элемента на принципиальной схеме и рисунок корпуса.

Рассмотрим обе части этого процесса на примере транзистора МП-37. Это германиевый транзистор структуры n-p-n в металлическом корпусе типа КТЮ-3-6. Такие транзисторы уже давно не выпускаются, поэтому их нет в библиотеках Proteus. Лучше всего создать сначала рисунок корпуса элемента. Сначала в программе ARES с помощью инструментов рисования рисуем внешний вид корпуса при взгляде на него сверху.

Рисование корпуса нужно производить в слое «Top Slic». Это слой корпусов расположенных сверху платы. Этот же слой используется при производстве платы для нанесения контура элемента. Затем нужно указать, где будут располагаться выводы элемента и какого вида они будут. Для расположения мест для выводов используются инструменты в группе PAD Mode. У нашего транзистора выводы будут запаиваться через отверстия в плате, поэтому выбираем инструмент «Round Trough hole». Для всех этих инструментов есть уже предустановленные типы выводов, но можно настроить и свои. В нашем примере выберем C100-60. В этом обозначении указано, что вывод круглый (circle), диаметр отверстия – 0,06 дюйма, диаметр паечной площадки – 0,1 дюйма. Ставим площадки для 3 выводов.

Желательно сразу пронумеровать установленные выводы. Поочередно делаем двойной клик мыши на каждом выводе и в появившемся окошке указываем номера выводов. Когда нумерация закончена, остаётся только сохранить корпус в библиотеке. Для этого с помощью зажатой левой кнопкой мыши выделяем весь нарисованный корпус вместе с выводными площадками.

Потом нажимаем правую кнопку мыши и в контекстном меню выбираем команду «Make Package». В появившемся окне надо указать название корпуса КТЮ-3-6 (KTU-3-6), категорию корпуса (чаще всего Discret Component), тип установки корпуса (у нас Trough Hole – через отверстия).

Можно добавить своё собственное описание. На других вкладках этого окна можно указать файл 3D-модели корпуса, чтобы потом посмотреть, как будет выглядеть наша плата. Модель должна быть в формате STEP. Ещё необходимо указать библиотеку, куда будет помещён наш корпус. Чаще всего доступна только одна библиотека USERPKG. Если всё сделано правильно, то при нажатии кнопки Ok корпус будет создан и помещён в библиотеку. Когда корпус создан, можно переходить к созданию схематического изображения и, собственно, полностью компонента. В редакторе ISIS можно попробовать найти необходимое схематическое изображение или создать его самостоятельно.

Например, для нашего транзистора можно взять любой транзистор структуры n-p-n. Нарисуем изображение транзистора с помощью инструментов рисования в слое «Component». Следующим шагом будет установка выводов. Используется команда «Dvice Pin Mode». Тип вывода чаще всего остаётся Default. После установки выводов нужно указать их имя и можно сразу назначить номер вывода корпуса. Двойным нажатием левой кнопки мыши вызывается окно редактирования свойств вывода. Внимание! При назначении номеров контактов корпуса необходимо учитывать тот факт, что в справочниках часто указывается расположение выводов при взгляде на корпус со стороны выводов (желательно увидеть объёмное изображение корпуса). А в Proteus корпуса рисуются при взгляде сверху. Закончив назначение всех выводов, можно создавать компонент. Так же, как и с корпусом, выделяем всё схематическое изображение, нажимаем правую кнопку мыши и выбираем команду «Make Device». В нескольких окнах нужно будет указать некоторые параметры. Название компонента (MP37), буквенное обозначение на схеме (VT). В первом окне указывается файл, описывающий работу компонента для симуляции работы схемы. Во втором окне нужно добавить созданный нами в ARES корпус.

В появившемся окне проверить и при необходимости изменить соответствие названия вывода с номером вывода корпуса. Ещё есть некоторые параметры, которые чаще всего остаются по умолчанию. В четвёртом окне можно прикрепить datasheet на этот элемент. В последнем окне нужно указать категорию компонента (Transistors), чтобы потом легче было искать элемент в библиотеках. Можно указать подкатегорию и производителя компонента. Также можно добавить простое описание компонента, которое будет показываться при поиске элемента в библиотеках. Здесь ещё указывается имя библиотеки, куда будет сохранён компонент. Если всё хорошо, то компонент будет сохранён и его можно использовать при создании схем и трассировке плат. Для переноса библиотек на другой компьютер и вообще для его сохранения на будущее можно скопировать на свой носитель файлы библиотеки ISIS (в примере 1\_MY\_LIB) и библиотеку USERPKG.

Схема построена на основе вышеизложенных особенностей и включает в себя элементы и механизмы цифровой обработки сигналов (рис. 3).

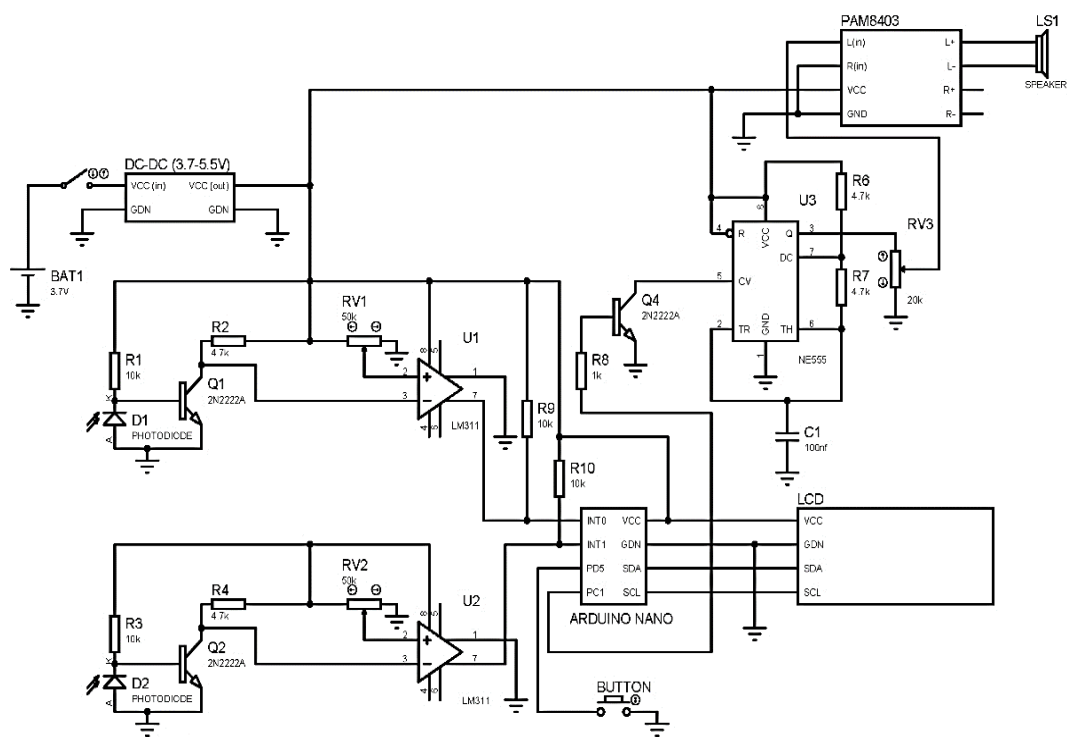


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная блока приема и обработки сигналов

В качестве блока обработки сигналов для построения макета системы хронометража используется отладочная плата Arduino Nano, построенная на базе 8-ми разрядного микроконтроллера AtMega-328.

Arduino Nano – это макетная микроконтроллерная плата с открытым исходным кодом на базе Microchip ATmega328P микроконтроллера (MCU), разработанная Arduino.cc и впервые выпущенная в 2008 году. Она обладает теми же возможностями подключения и техническими характеристиками, что и Arduino Uno, но имеет меньший форм-фактор.

Arduino Nano оснащена 30 штыревыми разъёмами ввода-вывода в конфигурации, аналогичной DIP-30, которые можно запрограммировать с помощью Arduino Software интегрированной среды разработки (IDE), общей для всех плат Arduino и работающей как в онлайн-, так и в офлайн-режиме. Плата может получать питание через разъём USB Mini-B или от батареи 9 В.

Пользователи отмечают удобство использования Arduino Nano. Некоторые преимущества:

- удобный форм-фактор; плата вставляется в макетную плату, что позволяет быстро собирать схемы любой сложности;
- хорошая токоотдача у пинов; по сравнению с другими Arduino-совместимыми платами, Arduino Nano может самостоятельно питать светодиоды и качать транзисторы;
- достаточно памяти для большинства проектов;
- полная поддержка Arduino-фреймворка;
- быстрая компиляция и загрузка прошивки;
- предсказуемая и стабильная работа.

Однако есть и некоторые недостатки, которые отмечают пользователи:

- проблемы с подключением внешнего питания; некоторые пользователи отмечают, что при подключении внешнего питания не через USB плата начинает бесконечно перезагружаться;

- необходимость использования нового IDE; некоторые пользователи отмечают, что со старой версией и подключением напрямую плата не работает;

- быстрое нагревание; некоторые пользователи отмечают, что плата сильно греется при подаче питания.

Arduino Nano имеет ряд функций для взаимодействия с компьютером, другим Arduino или другими микроконтроллерами. ATmega328 поддерживает UART последовательный порт TTL (5 В), который доступен на цифровых контактах 0 (RX) и 1 (TX).

FTDI FT232RL на плате обеспечивает последовательную связь через USB, а драйверы FTDI (входящие в состав прошивки Arduino) предоставляют виртуальный COM-порт для программного обеспечения на компьютере. Программное обеспечение Arduino включает в себя последовательный монитор, который позволяет отправлять и получать простые текстовые данные на плату Arduino. Светодиоды RX и TX на плате мигают, когда данные передаются через чип FTDI и USB-соединение с компьютером (но не при последовательной связи через контакты 0 и 1). Библиотека SoftwareSerial обеспечивает последовательную связь через любой из цифровых контактов Nano. ATmega328 также поддерживает связь по протоколам I2C и SPI. Программное обеспечение Arduino включает библиотеку Wire для упрощения использования шины I2C.

#### *Автоматический (программный) сброс.*

Вместо того чтобы требовать физического нажатия кнопки сброса перед загрузкой, Arduino Nano сконструирован таким образом, что его можно сбросить с помощью программного обеспечения, запущенного на подключенном компьютере. Одна из аппаратных линий управления потоком данных (DTR) FT232RL подключена к линии сброса ATmega328 через конденсатор емкостью 100 нанофард. Когда на этой линии появляется низкий уровень сигнала (asserted), линия сброса отключается на время, достаточное для сброса микросхемы.

Эта настройка имеет и другие последствия. Когда Nano подключается к компьютеру под управлением Mac OS X или Linux, он перезагружается каждый раз, когда к нему подключается программное обеспечение (через USB). В течение следующих примерно полсекунды на Nano работает загрузчик. Хотя он запрограммирован игнорировать некорректные данные (то есть всё, кроме загрузки нового кода), он перехватывает первые несколько байтов данных, отправленных на плату после установления соединения.

Данное устройство регистрирует время пересечения луча посредством выработки соответствующих сигналов. Первоначальное образование сигналов начинается в участке схемы фотодиодов. Фотодиоды выступают в качестве чувствительных элементов, которые в свою очередь изменяют пороговое значение своей проводимости при наличии и отсутствии лазерного луча. В качестве фотодиодов используются отечественные фотодиоды ФД-303. В результате исследования спектра чувствительности данного фотодиода была выявлена его высокая чувствительность к красному излучению от лазерного фотодиода в сравнении с фотодиодами иностранных производителей. Схема первичной выработки сигналов включает в себя фотодиод и усилитель на биполярном транзисторе 2n2222a. Далее аналоговый сигнал с данной схемы поступает на компаратор lm311, который в свою очередь преобразует аналоговый сигнал в дискретный для его дальнейшей обработки блоком обработки сигналов микроконтроллером атмега-328. На базе микроконтроллера атмега 328 путем написания программного кода реализован алгоритм работы устройства.

Для более детального анализа разработанной схемы необходимым является структуризация схемы на участки по функциональному назначению.

Участок 1. Первичный блок приема и усиления оптического сигнала построен на основе двух фотодиодов ФД303 (D1, D2) и усилителе на транзисторах 2n2222a (Q1, Q2). Данный блок предназначен для преобразования полезного оптического сигнала в электрический, схема на транзисторах позволяет

осуществить усиление принятого сигнала для его дальнейшей обработки.

Участок 2. Стоит отметить, что основная часть обработки сигналов производится с использованием цифрового метода, поэтому электрический сигнал от первичного блока приема и усиления преобразуется в пороговый компараторами LM311 (U1, U2). Дополнительно преобразующие схемы компараторов оборудованы подстрочными резисторами для калибровки чувствительности оптической составляющей.

Участок 3. Выход схем преобразования в нашем случае подключается к основному блоку обработки и генерации сигналов, построенному на базе отладочной платы Arduino Nano, микропроцессор AtMega-328 отладочной платы осуществляет всю необходимую обработку и генерацию сигналов, необходимую для обеспечения работоспособности устройства. На основе отладочной платы реализована цифровая обработка оптических сигналов, таймер с точностью 1 мс, схема управления устройством и оповещением, а также вывод результатов обработки на двухстрочный LCD-дисплей.

Участок 4. Схема оповещения построена на базе схемы генератора импульсов, построенной на базе микросхемы ne555 (U3), частота генерации звуковых импульсов составляет 5 кГц. Схема генерации дополнительно подключается к усилителю низкой частоты д-класса на микросхеме РАМ 8403. Оповещение с макета производится через громкоговоритель мощностью 3 Вт (LS1).

Участок 5. Основные результаты замера выводятся на двухстрочном LCD-дисплее, управляемом отладочной платой Arduino Nano по интерфейсу I2C.

Участок 6. Питание макета производится от встроенного li-ion аккумулятора 3.7 В емкостью 850 мАч через бустерный DC-DC повышающий преобразователь 3.7-5.5 В.

### 3. Создание программного кода макета электронного устройства

Разработка программного кода для реализации блока обработки сигналов и реализации контрольно-регистрирующей функции был написан в среде разработки Atmel Studio 7.0 с использованием встроенного компилятора кода avr-g++. Данная среда разработки произведена официальным разработчиком микроконтроллеров, на базе которых построены отладочные платы Arduino, и она позволяет задействовать весь имеющийся функционал микроконтроллера, используя при этом минимально возможное количество ресурсов и позволяя получать высокопроизводительные программы.

Atmel Studio 7.0 – интегрированная среда разработки (IDE) для разработки приложений для микроконтроллеров семейств AVR и ARM от компании Atmel (ныне Microchip). Вышла в 2015 году.

Особенности Atmel Studio 7.0:

- основана на Microsoft Visual Studio Shell;
- поддерживает все выпускаемые фирмой Atmel микроконтроллеры архитектур AVR, AVR32 и ARM;
- содержит менеджер проектов, редактор исходного кода, инструменты виртуальной симуляции и внутрисхемной отладки.

Функции Atmel Studio 7.0.

1. Поддержка более 500 устройств AVR и SAM.
2. Библиотека исходного кода, включая драйверы, стеки коммуникации, примеры проектов с исходным кодом.
3. Инструменты визуализации данных о работе и энергопотреблении системы в реальном времени для оптимизации производительности.
4. Возможность импорта скетчей Arduino в виде C++-проектов.
5. Усовершенствованная контекстная система помощи позволяет просматривать техническую документацию непосредственно из среды

Studio.

6. Модульный установщик позволяет скачивать и устанавливать только необходимые компоненты.

Дополнительно: среда включает Atmel Gallery – онлайн-магазин приложений, который позволяет расширять среду разработки плагинами, разработанными Microchip и сторонними производителями программного обеспечения.

Среда доступна для загрузки на официальном сайте Microchip Technology. Есть два типа установщика: веб-установщик (рекомендуется при наличии интернет-соединения) и офлайн-установщик. Поддерживаемые операционные системы: Windows 7 Service Pack 1 или выше, Windows 8/8.1, Windows 10.

### **Некоторые преимущества Atmel Studio перед другими IDE**

1. Интеграция с инструментами разработки от Microchip. Это упрощает программирование и отладку приложений на широком диапазоне микроконтроллеров AVR и SAM.

2. Богатый набор функций. В IDE есть мощный редактор исходного кода, встроенный компилятор GNU C, сильные инструменты отладки и возможности симуляции, которые делают разработку и тестирование более эффективными.

3. Поддержка многочисленных библиотек и расширений. Платформа поддерживает библиотеки и расширения от Microchip и Atmel AVR, что способствует широкой экосистеме разработки и ускоряет её с помощью готовых блоков кода и примеров.

4. Бесплатная доступность. Atmel Studio доступна бесплатно, что снижает барьер для индивидуальных разработчиков и компаний, которые хотят разрабатывать приложения с микроконтроллерами AVR и SAM.

5. Простой в использовании пользовательский интерфейс. Среда Atmel Studio 7 значительно сокращает общее время проектирования, поз-

воля увеличить эффективность разработки и отладки.

Ниже представлен **программный код макета электронного устройства**.

### Программный код макета электронного устройства

```
#define F_CPU 16000000UL

#define BAUD 9600

#define MYUBRR F_CPU/16/BAUD-1

#include <avr/io.h>

#include <util/delay.h>

#include <avr/interrupt.h>

#include "I2C.h"

#include "LCD_I2C.h"

bool finish1=0,finish2=0,start=0,f1=0,f2=0;

long int count1=0,countf1=0,countf2=0,s1[5]={0,0,0,0,0},s2[5]={0,0,0,0,0};

uint8_t eneb=0, pisk1=0,pisk2=0,ss=0,dd=0,ds=0,eneb2=0,call1=0,call2=0;

int cc1=0,cc2=0;

void timer_ini(void)
{
    TCCR1B |= (1<<WGM12);
```

```

TIMSK1 |= (1<<OCIE1A);

OCR1A=2000;

TCCR1B |= (1<<CS11);
}
void USART_Transmit(unsigned char data)
{
    /* Wait for empty transmit buffer */
    while (!(UCSR0A & (1<<UDRE0)))
        ;
    /* Put data into buffer, sends the data */
    UDR0 = data;
}
void inter (void)
{
    EIMSK|=(1<<INT0)|(1<<INT1);

    EICRA|=(1<<ISC01)|(1<<ISC11);
}

void USART_Init(unsigned int ubrr)
{
    UBR0H = (unsigned char)(ubrr>>8);

    UBR0L = (unsigned char)ubrr;

    UCSR0B = (1<<RXEN0)|(1<<TXEN0);

    UCSR0C = (1<<USBS0)|(3<<UCSZ00);
}
void col (void)
{
    setpos(0,0);
}

```

```
sendcharlcd((countf1/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd((countf1%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd((countf1%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd(((countf1%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd((countf1%60000)%100/10+0x30);

//sendcharlcd((countf1%60000)%10+0x30);

sendcharlcd(' ');

sendcharlcd('L');
}
void co2 (void)
{
    setpos(0,1);

sendcharlcd((countf2/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd((countf2%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd((countf2%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');
```

```
sendcharlcd(((countf2%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd((countf2%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');

sendcharlcd('R');

}
ISR(INT0_vect)
{
    finish1=1;
}
ISR(INT1_vect)
{
    finish2=1;
}

ISR(TIMER1_COMPA_vect)
{
    if (start)
    {
        count1++;

        if ((finish1)&(count1>(countf1+3000)))
        {
            countf1=count1;
        }

        finish1=0;

        //col();
    }
}
```

```
if (ss<5)
    {
        s1[ss]=countf1;
    }
    ss++;

cc1=1000;

pisk1=1;

call1=1;
    }
else
    {
        finish1=0;
    }
if ((finish2)&(count1>(countf2+3000)))
    {
        countf2=count1;

finish2=0;

//co2();

if (dd<5)
    {
        s2[dd]=countf1;
    }
    dd++;

cc2=1000;

pisk1=1;
call2=1;
    }
```

```

        else
        {
            finish2=0;
        }
    }
}

int main(void)
{
    USART_Init(MYUBRR); // инициализация USART

    DDRD=0x00;

    PORTD=0xff;

    DDRC|=0b00000010;

    PORTC|=(1<<PORTC1);

    timer_ini(); // инициализация работы таймера

    inter(); // инициализация работы внешних прерываний по оптическим каналам

    I2C_Init(); // инициализация работы протокола i2c для lcd дисплея

    LCD_ini(); // инициализация работы протокола для lcd дисплея

    clearlcd(); // очистка дисплея

    setpos(0,0); // установка курсора для вывода на дисплей

    str_lcd("model"); // печатаем строку на дисплее

    while (1)
    {

```

```

////////////////////////////////////
                                if (!(PIND & 0b00100000))
                                {
eneb++;

if (eneb == 1)
                                {

sei();

start = 1;

PORTC &= ~(1 << PORTC1);

                                -
delay_ms(1000);

PORTC |= (1 << PORTC1);

clearlcd();
                                }

if (eneb == 2)
                                { //disable all

cli();
//
if (start)
//
                                {

PORTC &= ~(1 << PORTC1);

clearlcd();

                                setpos(0,0);

```

```
str_lcd("Stop");
```

```
    _delay_ms(500);
```

```
PORTC|=(1<<PORTC1);
```

```
finish1=0;
```

```
finish2=0;
```

```
count1=0;
```

```
countf1=0;
```

```
countf2=0;
```

```
start=0;
```

```
ss=0;
```

```
dd=0;
```

```
ds=0;
```

```
//          }
```

```
}
```

```
if(eneb==3)
```

```
{
```

```
clearlcd();
```

```
setpos(0,0);
```

```
if(eneb2==0)
```

```
{
```

```
str_lcd("mode 1");
    }

else
    {

str_lcd("mode 2");
    }

PORTC&=~(1<<PORTC1);

—

delay_ms(100);

PORTC|=(1<<PORTC1);

eneb=0;

ss=0;

cc1=0;

cc2=0;

for (int i=0;i<5;i++)
    {

s1[i]=0;

s2[i]=0;
    }

—

delay_ms(500);
    }
```

```
    }  
  
    //////////////////////////////////////  
  
    if ((eneb==1)&(eneb2==0))  
        {  
  
        clearlcd();  
  
        setpos(0,0);  
  
                                if (cc1>0)  
                                {  
  
        sendcharlcd((countf1/60000)+0x30);  
  
        sendcharlcd('m');  
  
        sendcharlcd((countf1%60000)/10000+0x30);  
  
        sendcharlcd((countf1%10000)/1000+0x30);  
  
        sendcharlcd(',');  
  
        sendcharlcd(((countf1%60000)%1000)/100+0x30);  
  
        sendcharlcd((countf1%60000)%100/10+0x30);  
  
        sendcharlcd(' ');  
  
        sendcharlcd('L');  
  
        cc1--;  
    }  
}
```

```
else
    {

sendcharlcd((count1/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd((count1%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd((count1%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd(((count1%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd((count1%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');

sendcharlcd('L');
    }

setpos(0,1);

if (cc2>0)
    {

sendcharlcd((countf2/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd((countf2%60000)/10000+0x30);
```

```
sendcharlcd(((countf2%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd((((countf2%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd(((countf2%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');

sendcharlcd('R');

ccl--;
    }

else
    {

sendcharlcd((count1/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd(((count1%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd(((count1%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd((((count1%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd(((count1%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');
```

```
sendcharlcd('R');
                                }
                                —
delay_ms(20);
                                }

////////////////////////////////////

if ((eneb==1)&(eneb2==1))
{

clearlcd();

setpos(0,0);

if (cc1>0)
    {

sendcharlcd(((countf1/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd(((countf1%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd(((countf1%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd((((countf1%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd(((countf1%60000)%100/10+0x30);
sendcharlcd(' ');
```

```
sendcharlcd('L');
    }

else
    {

sendcharlcd(((count1/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd(((count1%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd(((count1%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd((((count1%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd(((count1%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');

sendcharlcd('L');
    }

setpos(0,1);

if (cc2>0)
    {

sendcharlcd(((countf2/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');
```

```
sendcharlcd(((countf2%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd(((countf2%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd((((countf2%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd(((countf2%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');

sendcharlcd('R');
    }

else
    {

sendcharlcd((count1/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd(((count1%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd(((count1%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');

sendcharlcd((((count1%60000)%1000)/100+0x30);

sendcharlcd(((count1%60000)%100/10+0x30);

sendcharlcd(' ');
```

```

sendcharlcd('R');
    }

    _delay_ms(20);
}
////////////////////////////////////

if (pisk1)
    {

PORTC&=~(1<<PORTC1);

    _delay_ms(300);

PORTC|=(1<<PORTC1);

pisk1=0;

//    _delay_ms(2000);

}

////////////////////////////////////

if (!(PIND&0b01000000))
    {

if ((eneb==0)&(eneb2==0))
    {

clearlcd();

setpos(0,0);

```

```
str_lcd("mode 1");
    }

if((eneb==0)&(eneb2==1))
    {

clearlcd();

setpos(0,0);

str_lcd("mode 2");
    }

if(eneb==2)
    {

clearlcd();

setpos(0,0);

sendcharlcd((ds%10)+0x30);

setpos(3,0);

sendcharlcd((s1[ds]/60000)+0x30);

sendcharlcd('m');

sendcharlcd((s1[ds]%60000)/10000+0x30);

sendcharlcd((s1[ds]%10000)/1000+0x30);

sendcharlcd(',');
```

```
sendcharlcd(((s1[ds]%60000)%1000)/100+0x30);
```

```
sendcharlcd((s1[ds]%60000)%100/10+0x30);
```

```
sendcharlcd(' ');
```

```
sendcharlcd('L');
```

```
setpos(3,1);
```

```
sendcharlcd((s2[ds]/60000)+0x30);
```

```
sendcharlcd('m');
```

```
sendcharlcd((s2[ds]%60000)/10000+0x30);
```

```
sendcharlcd((s2[ds]%10000)/1000+0x30);
```

```
sendcharlcd(',');
```

```
sendcharlcd(((s2[ds]%60000)%1000)/100+0x30);
```

```
sendcharlcd((s2[ds]%60000)%100/10+0x30);
```

```
sendcharlcd(' ');
```

```
sendcharlcd('R');
```

```
if (ds<5)
```

```
{
```

```
ds++;
```

```
}
```

```

else
    {

ds=0;
    }

    _delay_ms(600);
    }

eneb2++;
    }
}
}.

```

Для более подробного понимания работы работы центрального устройства обработки сигналов (микроконтроллер AtMega-328) предлагается рассмотреть структуру работы и устройство внутренних процессов данного мк.

В ATmega328 представляет собой однокристалльный микроконтроллер, созданный Atmel в семействе megaAVR (позже Microchip Technology приобрела Atmel в 2016 году). Он имеет модифицированную гарвардскую архитектуру, 8-разрядное ядро процессора RISC.

В 8-разрядном микроконтроллере Atmel на основе RISC AVR 32 КБ флэш-памяти ISP с возможностью чтения во время записи, 1 КБ EEPROM, 2 КБ SRAM, 23 линии ввода-вывода общего назначения, 32 рабочих регистра общего назначения, 3 гибких таймера / счетчика с режимами сравнения, внутренними и внешними прерываниями, последовательным программируемым USART, байтово-ориентированным двухпроводным последовательным интерфейсом, SPI последовательным портом, 6-, 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь (8 каналов в пакетах TQFP и QFN/MLF), программируемый сторожевой таймер с внутренним генератором и 5 программно выбираемых режимов энергосбережения. Устрой-

ство работает от 1,8 до 5,5 Вольт. Устройство достигает пропускной способности, приближающейся к 1 MIPS / МГц.

Параметр	Значение
Тип процессора	8-разрядный AVR
Максимальная скорость процессора	20 МГц
Производительность	20 MIPS на частоте 20 МГц
Флэш-память	32 КБ
SRAM	2 КБ
ЭЛЕКТРОННАЯ память	1 КБ
Количество PIN-кодов в пакете	28 или 32
Емкостные каналы сенсорного восприятия	16
Максимальное количество контактов ввода-вывода	23
Внешние прерывания	3
USB интерфейс	НЕТ

Распространенной альтернативой ATmega328 является «*microPower*» ATmega328P. Полный список всех остальных представителей серии megaAVR можно найти на веб-сайте Atmel.

- ATmega328;
- ATmega328P и ATmega328P-АВТОМОБИЛЬНЫЕ;
- ATmega328PB и ATmega328PB-AUTOMOTIVE (расширенная версия ATmega328P) – имеют больше периферийных устройств UART, I2C и SPI, чем ATmega328P.

Оценка надежности показывает, что прогнозируемая частота отказов

при хранении данных составляет менее 1 PPM в течение 20 лет при температуре 85°C или 100 лет при температуре 25°C.

<b>Режим параллельной программы</b>			
<b>Сигнал программирования</b>	<b>Название PIN-кода</b>	<b>I/O</b>	<b>Функция</b>
RDY / BSY	PD1	О	Высокий уровень означает, что MCU готов к новой команде, в противном случае занят.
OE	PD2	Я	Включить выходной сигнал (активный низкий уровень)
WR	PD3	Я	Импульс записи (активный низкий уровень)
BS1	PD4	Я	Выбор байта 1 («0» = младший байт, «1» = старший байт)
XA0	PD5	Я	Бит действия XTAL 0
XA1	PD6	Я	Бит действия XTAL 1
СТРАНИЦА	PD7	Я	Загрузка страницы данных программной памяти и EEPROM
BS2	PC2	Я	Выбор байта 2 («0» = младший байт, «1» = 2-й старший байт)
ДААННЫЕ	ПК[1:0]: РВ[5:0]	I/O	Двунаправленная шина передачи данных (вывод при низком OE)

Режим программирования включается, когда PAGEL (PD7), XA1 (PD6), XA0 (PD5), BS1 (PD4) устанавливаются в нулевое положение. Заземлите вывод RESET на 0 В и V<sub>CC</sub> на 0 В. V<sub>CC</sub> устанавливается на

4,5–5,5 В. Подождите 60 мкс и установите RESET на 11,5–12,5 В. Подождите более 310 мкс. Установите XA1:XA0:BS1:DATA = 100 1000 0000, подайте импульс на XTAL1 длительностью не менее 150 нс, подайте импульс WR на ноль. Это запустит стирание микросхемы. Подождите, пока RDY/BSY (PD1) не перейдет в высокое состояние. XA1:XA0:BS1:DATA = 100 0001 0000, импульс XTAL1, импульс WR на ноль. Это команда записи во флэш-память. И так далее.

<b>Последовательное программирование</b>			
<b>Символ</b>	<b>Контакты</b>	<b>I/O</b>	<b>Описание</b>
MOSI	PB3	Я	Серийные данные
MISO	PB4	О	Вывод последовательных данных
SCK	PB5	Я	Серийные часы

Последовательный обмен данными с микроконтроллером осуществляется по нарастающему фронту, а данные от микроконтроллера передаются по спадающему фронту. Питание подается на  $V_{CC}$ , в то время как RESET и SCK устанавливаются в нулевое положение. Подождите не менее 20 мс, а затем на вывод MOSI будет отправлена последовательная команда включения программирования 0xAC, 0x53, 0x00, 0x00. Второй байт (0x53) будет отправлен обратно микроконтроллером.

#### **4. Алгоритм работы и порядок работы оператора макета системы хронометража**

Первичным этапом работы макета является выбор необходимого управления. Далее с помощью кнопки запуска измерений осуществляется начало работы устройства по замеру хронометрических данных. В ходе работы макета, при пересечении лазерного луча, чувствительные элементы вырабатывают первичный сигнал обнаружения пересечения луча, далее он усиливается и подается на компаратор, где в конечном итоге попадает на специализированные выводы микроконтроллера, подключенные к системному механизму прерываний микропроцессора. Прерывания в работе микроконтроллера играют особую роль при реализации алгоритма работы, позволяя в рамках одного процессора и одного кодового конвейера реализовать псевдомногопоточность, не используя при этом остановку работы самого программного конвейера внутри процессора. В нашем случае, помимо прерываний по внешнему изменению логического уровня на выводах приемных каналов, также используются прерывания таймера, осуществляющего отсчеты времени для составления результатов по прерыванию лазерного луча. В связи с тем, что измерение времени в устройстве представляет наиболее ценную информацию и должно осуществляться с минимальной погрешностью, приоритет в выполнении данного вида прерываний должен быть выше, однако система прерываний микроконтроллера имеет приоритетность по внешним прерываниям выше. С целью решения данной проблемы и минимизации погрешности измерения времени обработчик событий по внешним прерываниям имеет максимально простой код, включающий в себя только установку соответствующего «флага» обнаружения пересечения луча соответствующего канала.

Основные этапы алгоритма работы макета системы хронометража определяются следующим образом.

Этап 1. Путем нажатия на кнопку «СТАРТ» в микроконтроллере запускается таймер, работающий с шагом 1 мс. Данный процесс сопровождается уведомляющим звуковым сигналом.

Этап 2. Разрешаются внешние прерывания по входам int0-int1 для получения сигналов от чувствительных элементов. Первые три секунды обработка событий о прерывании лазерного луча не производится. Такой подход обусловлен тем, что за это время участники эстафеты начинают свое движение и могут пересечь лазерный луч. Далее после истечения трех секунд обработка событий по прерыванию лазерных лучей активизируется.

Этап 3. При пересечении лучей блок обработки событий фиксирует время забега и останавливает подсчет времени для соответствующего канала.

Этап 4. После завершения производится подсчет времени обоих каналов, зафиксированное время отображается на LCD-дисплее.

Порядок работы оператора макета системы хронометража.

1. Элементы системы размещаются на стартовой позиции.
2. В параметрах устройства выбирается режим осуществления измерений.
3. По готовности спортсменов и после команды судьи нажимается кнопка старт и осуществляется замер результатов забега.
4. При пересечении лазерного луча происходит фиксация времени забега с выводом результатов на LCD-дисплей.

## 5. Методические рекомендации по эксплуатации макета автоматического хронометража

### *Устройство и принцип работы*

Система автоматической фиксации времени предназначена для автоматической фиксации времени прохождения дистанции двумя сотрудниками, выполняющими скоростно-силовое упражнение или прохождение полосы препятствий со стрельбой. Точность измерений составляет 0,01 сек.

Принцип работы электронного устройства автоматической фиксации времени основан на приеме лазерного луча фотоприемным элементом. При пересечении луча на панели индикации высвечивается время для одного или двух людей, выполняющих упражнение.

Система автоматической фиксации времени выполнения скоростно-силовых упражнений состоит из:

- блока приема, обработки информации (рис. 4);
- лазерного излучателя (рис. 5).

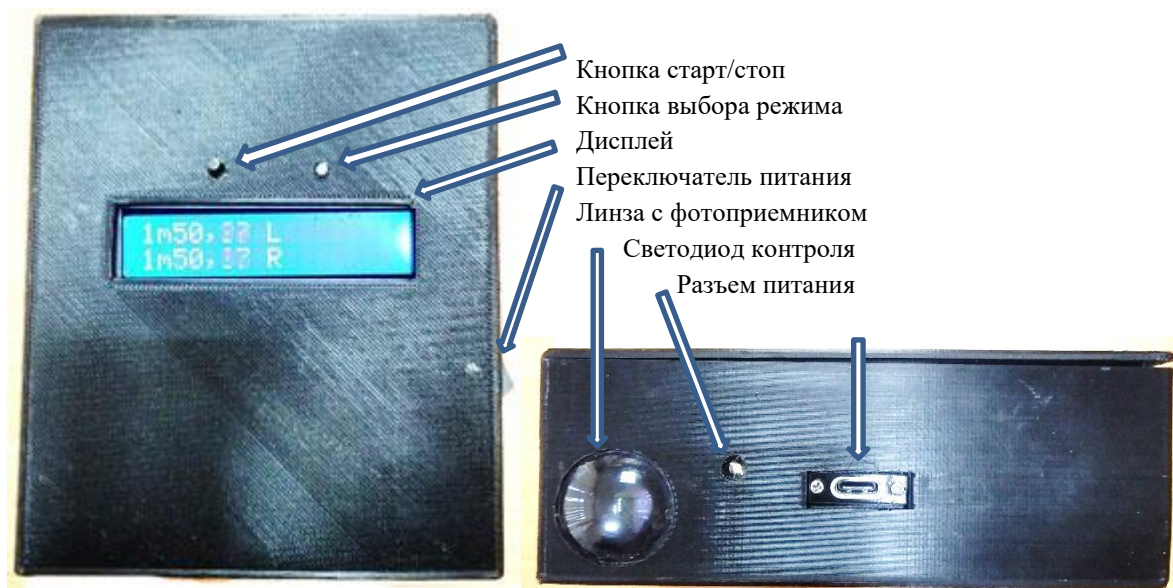


Рис. 4. Блок приема, обработки информации



Рис. 5. Лазерный излучатель

(1 – USB-разъем; 2 – Съемный Power Bank; 3 – Лазер)

Блок приема и обработки информации может работать как от источника питания через разъем подключения питания (Tip-C), так и от внутреннего аккумулятора. Время работы блока от аккумулятора составляет около трех дней непрерывной работы. Зарядка аккумулятора осуществляется через разъем питания. На передней панели блока приема и передачи информации имеются две кнопки. Левая кнопка отвечает за начало и окончание отсчета времени, правая – за выбор режима и пролистывание последних пяти зафиксированных финишей (пересечений лазерного луча) в режиме «Mode 1». Индикатор отображает состояние прибора, а также после нажатия кнопки «старт/стоп» отображает время левого спортсмена (верхняя строка) и правого (нижняя строка). Нажатие кнопки «старт/стоп» сопровождается звуковым сигналом.

Прибор может быть оснащен выносной кнопкой «старт/стоп» через разъем 3,5 мм, расположенный на боковой панели.

На левой и правой боковой панели имеются собирающая линза и светодиод, который загорается только в том случае, если лазер попадает в фотоприемник.

Лазерный модуль имеет стандартный разъем USB для питания от источника питания 5 В. Модуль имеет достаточно мощный луч, который хорошо виден при ярком солнечном свете. Для обеспечения автономной работы в качестве источника питания используется съемный Power Bank с

литий-ионным аккумулятором 18650. Время автономной работы от аккумулятора составляет несколько дней непрерывной работы.

### ***Подготовка прибора к работе***

Для эффективной работы прибора его необходимо жестко закрепить на штативе или какой либо поверхности таким образом, чтобы линзы (левая и правая) располагались вдоль линии финиша. Прибор может находиться как непосредственно на уровне поверхности земли или пола, так и на некоторой высоте от него. При включении питания боковым переключателем индикатор показывает состояние «Mode 1». Для дальнейшей работы устройства необходимо расположить лазерные излучатели вдоль линии финиша и направить их на собирающие линзы (рис. 6). Если луч попадает на фоториетное устройство светодиод гаснет.

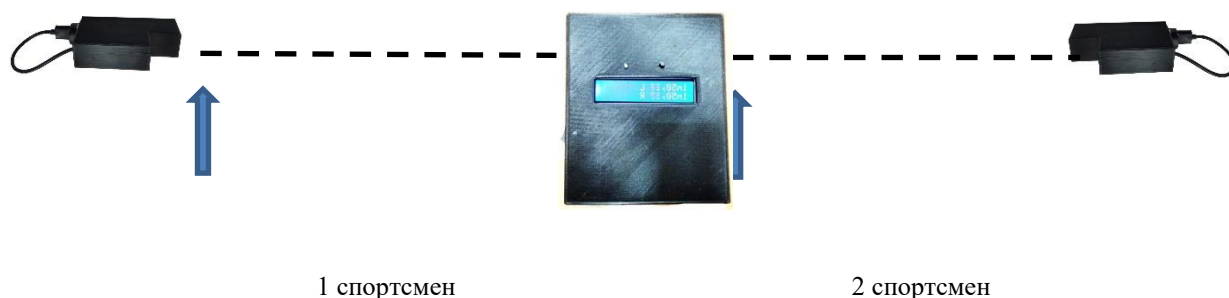


Рис. 6. Расположение излучателей и блока приема

### ***Выбор режима работы***

Режим «Mode 1» установлен по умолчанию, он предполагает после нажатия кнопки «старт-стоп» постоянную фиксацию времени при каждом пересечении лазерного луча до того момента, пока не будет нажата еще раз указанная кнопка. После нажатия кнопки «старт/стоп» на экране высвечивается последнее пересечение лазерного луча с левой стороны в верхней строчке, с правой стороны – в нижней строчке. При необходимости кнопкой выбора режима (правая кнопка) можно просмотреть последние 5 пересечений.

Режим «Mode 2». После включения питания необходимо нажать кнопку выбора режима один раз, и прибор перейдет во второй режим работы. После нажатия кнопки «старт/стоп» начинается отсчет времени и останавливается при первом же пересечении луча. Очередное нажатие кнопки «старт/стоп» запустит следующий отсчет времени.

### *Методические рекомендации*

Прибор может использоваться при фиксации времени прохождения любых дистанций. Это может быть челночный бег, бег на короткие, средние и длинные дистанции двумя спортсменами, прохождение полосы препятствий.

Для фиксации времени при выполнении скоростно-силового упражнения «челночный бег» необходимо жестко установить прибор и лазерные излучатели на высоте 25–30 см над уровнем пола вдоль линии финиша. Выбрать режим «Mode 1». После доклада о готовности испытуемых нажать кнопку «старт/стоп». При каждом пересечении луча прибор издает звуковой сигнал и высвечивает время на дисплее. Звуковой сигнал позволяет вести подсчет количества пересечений линии финиша. Вторым сигналом означает окончание челночного бега 4x20, пятый – 10x10. После окончания упражнения на дисплее высвечивается время каждого из участников. После записи времени в протокол необходимо нажать кнопку выбора режима (правую кнопку). После готовности очередных участников вновь нажимается кнопка «старт/стоп».

Использование прибора на полосе препятствий. Если материальная база предусматривает две параллельные полосы, то прибор устанавливается на линии старта/финиша между двумя полосами, а лазерные излучатели – слева и справа от мест пересечения финиша участниками соревнований. Допустимое удаление от фотоприемного устройства составляет 5–7 метров. Режим «Mode 1» используется при неоднократном прохождении полосы препятствий двумя спортсменами (при наличии 2-х полос) или при

проведении эстафеты. Режим «Моде 2» используется для фиксации времени однократного прохождения как одной полосы одним спортсменом, так и двух параллельно расположенных полос двумя спортсменами.

При использовании прибора для оценки времени преодоления дистанции большим количеством спортсменов по одной дорожке используется отдельный старт. Интервал времени между стартами участников устанавливается такой, чтобы спортсмены пересекали финишную линию с интервалом не менее 3 сек. Прибор может фиксировать время пересечения одновременно двух спортсменов, пересекающих финишный створ только по разным дорожкам. При этом должен быть установлен режим «Моде 1».

## Заключение

В настоящее время физическая подготовка сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации является одним из важнейших направлений профессиональной подготовки. Важную роль в процессе физической подготовки играет использование современных систем хронометража для фиксации и подсчета времени выполнения контрольных упражнений и времени преодоления полосы препятствий со стрельбой. Современные системы хронометража представляют собой высокотехнологичные устройства, способные точно измерять интервалы времени и обеспечивать надежную фиксацию результатов, а также помогают анализировать ошибки.

С целью объективизации системы подсчета времени и исключения фактов коррупционной составляющей при проведении итоговых занятий, контрольных и инспекторских проверках возникает необходимость в автоматической фиксации времени с отображением на дисплей и выводом на персональный компьютер для последующей обработки.

Подобные проблемы решаются с помощью электронной системы старт-финиш, которую можно использовать не только на занятиях по физической подготовке, но и при проведении соревнований по преодолению полосы препятствий со стрельбой.

Данные методические рекомендации содержат исчерпывающую информацию, а именно:

- процесс разработки макета электронного устройства системы хронометража, а также создание программного кода макета электронного устройства;
- алгоритм работы и порядок работы оператора макета системы хронометража;
- методические рекомендации по эксплуатации макета автоматического хронометража.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об оружии : Федеральный закон от 13 декабря 1996 г. № 150-ФЗ (с изменениями и дополнениями) // СПС «Гарант». – URL: <http://base.garant.ru/10128024/> (дата обращения: 17.04.2024).

2. О полиции : Федеральный закон от 7 февраля 2011 г. № 3-ФЗ (с изменениями и дополнениями) // СПС «Гарант». URL:<http://ivo.garant.ru/#/document/12182530/paragraph/30828:1> (дата обращения: 17.04.2024).

3. Об утверждении Порядка организации подготовки кадров для замещения должностей в органах внутренних дел Российской Федерации : приказ МВД России от 2 февраля 2024 г. № 44.

4. 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.

5. Совершенствование техники скоростной стрельбы : учебно-методическое пособие / М. А. Сибирко [и др.] Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2022. – 33 с.

6. Особенности организации занятий по огневой подготовке с сотрудниками полиции (в рамках профессиональной служебной и физической подготовки) : методические рекомендации / М. А. Сибирко, И. А. Бурдинский, С. В. Шевченко, А. Ю. Пигарев [и др.]. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2021. – 32 с.

7. Железной Ю. А. Огневая подготовка : учебно-методическое пособие / Ю. А. Железной, А. Ю. Пигарев. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2020. – 134 с.

*Учебное издание*

Алексей Валерьевич Пугачев  
Михаил Сергеевич Романов  
Константин Сергеевич Марченко  
Александр Сергеевич Даньшин  
Роман Викторович Милютин  
Тимирлан Бесланович Цуров

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
МЕТОДИКИ ФИКСАЦИИ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ  
КОНТРОЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ  
СОТРУДНИКАМИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО ХРОНОМЕТРАЖА

*Учебное-методическое пособие*

Редактор С. М. Русинова  
Компьютерная верстка М. С. Романова

Подписано в печать 27.06.2025

Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

Усл.-печ. л. 3,78

Тираж 50 экз. Заказ № 137

Воронежский институт МВД России  
394065, Воронеж, просп. Патриотов, 53

Типография Воронежского института МВД России  
394065 Воронеж, просп. Патриотов, 53