

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

Колледж педагогического образования, информатики и права

ПЦК естественнонаучных дисциплин, математики и информатики

**РЕФЕРАТ**

на тему:

Датчики влажности

Автор реферата:

\_\_\_\_\_

(подпись)

Ю.А. Желтухина

(инициалы, фамилия)

Специальность: 09.02.01 – Компьютерные системы и комплексы

Курс: III

Группа: Т31

Зачет/незачет: \_\_\_\_\_

Руководитель: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

г. Абакан, 2016г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ГИГРОМЕТРЫ И ИХ ВИДЫ .....	5
2. ТЕРМИСТОРНЫЙ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ .....	9
3. ГИГРОМЕТР ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ.....	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	18

## **ВВЕДЕНИЕ**

На современном рынке можно найти множество систем по подсчету влажности. Из большого количества моделей легко выбрать наиболее подходящий счетчик. В таком оборудовании используются при работе различные технологии. Это могут быть датчики емкостные, лазерные, инфракрасные, компьютерное зрение, тепловидение. Частично может использоваться искусственный интеллект. В разных системах возможно вертикальное или горизонтальное расположение таких устройств, как датчики подсчета посетителей. Устройства собирают информацию во всех системах разными способами.

Самым распространенным среди счетчиков посетителей является система подсчета с автономным питанием, а также такой, который работает от электрической сети. Счетчики также бывают вертикальными и горизонтальными. От направления движения людей различают двунаправленные и однонаправленные. Данные в них могут выводиться на собственный экран или на экран персонального компьютера. Подключенные к персональному компьютеру устройства могут быть беспроводными и проводными.

Счетчики покупателей горизонтального типа имеют два датчика: приемник и передатчик. Они крепятся на расстоянии 1,2-1,4 м от пола в проходах. Здесь используются фотоэлементы. Датчики подсчета посетителей работают как лазерные лучи непрерывного действия. В случае прерывания такого луча приемник фиксирует проход человека.

Счетчики компактны по размеру, при использовании просты в управлении, их несложно устанавливать. Такие системы стоят недорого, имеют незначительную погрешность в работе. Если проход составляет 2-3 метра, погрешность может быть до 5%. Погрешность увеличивается при большом потоке людей и увеличении прохода. Наибольшая ширина в таких системах может быть не более 6 м. Датчики подсчета посетителей большой объект в поле их действия принимают за посетителя. Это может быть груз, ребенок или животное. Решить проблему с погрешностью можно с помощью счетчиков вертикального типа, однако это возможно не для всех моделей. Датчики

подсчета посетителей горизонтальные находятся над проходом. Они отражают от тела человека лазерный луч. Проход каждого человека фиксируется при пересечении каждого лазерного луча.

Среди горизонтальных счетчиков наиболее распространенные – рампа. В них сенсоры находятся друг от друга на расстоянии от 50 до 60 сантиметров. В данном случае ширина прохода не влияет на точность системы.

**Целью** данного реферата является изучить, какие бывают датчики проходов и их компоненты.

Для решения данной цели нужно изучить следующие **задачи**:

- Изучить литературу по данной теме
- Изучить виды систем подсчета посетителей
- Изучить что такое фоторезистор
- Изучить что такое лазер

## 1. ГИГРОМЕТРЫ

Прежде чем выбирать и приобретать счетчик посетителей, необходимо сперва выяснить, какие виды подобных систем может предложить современный рынок. Тем более, что сегодня их существует великое множество. В устройствах подсчета посетителей используются разные технологии — инфракрасные, емкостные и лазерные датчики, тепловидение, компьютерное зрение, даже элементы технологии искусственного интеллекта. Кроме того, данные системы отличаются друг от друга по способу сбора информации и расположению датчиков (горизонтальные или вертикальные).

**Инфракрасные датчик влажности** — самый распространенный класс. Бывают горизонтальные или вертикальные, с автономным питанием или работающие от сети, однонаправленные или двунаправленные (различают направление движения человека), выводящие данные на ПК (соответственно, с подключением к ПК) или на собственный экран. Счетчики с подключением к ПК бывают также проводными или беспроводными.

*Горизонтальные ИК-счетчики* (Рис.1) покупателей состоят из двух датчиков — передатчика и приемника, которые крепятся в проходах на уровне 1,2-1,4 метра от пола. В качестве датчиков используются фотоэлементы. Работают такие системы по принципу *прерывания инфракрасного луча*: передатчик излучает непрерывный ИК-сигнал, который принимается приемником; в случае, если сигнал прерывается достаточно большим объектом, фиксируется факт прохода посетителя.

К достоинствам ИК-счетчиков относят компактность, простоту в установке и использовании, невысокую стоимость и сравнительно небольшую погрешность подсчета в небольших проходах (5% в проходах до 2-3 метров). Среди недостатков стоит отметить явное повышение погрешности при расширении прохода и/или увеличении плотности потока посетителей (максимальная ширина прохода для таких систем составляет 6 метров), а также то, что горизонтальные ИК-счетчики принимают за посетителей детей, животных, грузы — одним словом, любой достаточно большой объект, попадающий в их поле действия.

Отчасти решить проблему снижения точности можно использованием *вертикальных ИК-счетчиков*, однако это справедливо далеко не для всех модификаций. В отличие от вертикальных, горизонтальные системы подсчета покупателей располагаются над проходом и работают по принципу *отражения инфракрасного луча* от тела человека (при пересечении одного луча фиксируется проход одного посетителя).

Один из наиболее распространенных вариантов горизонтальных ИК-счетчиков — *рампа*, в которой ИК-сенсоры располагаются на расстоянии 50-60 см друг от друга. Точность систем такого типа не зависит от ширины прохода. Зато от нее зависит цена счетчика: чем шире проход, тем больше в нем потребуется разместить инфракрасных сенсоров и тем дороже выйдет конечная стоимость системы. Кроме того, в пустом проходе в зависимости от ширины плеч и траектории движения один человек может пересечь два, три луча, либо пройти между лучами, поэтому погрешность подсчета в отдельных случаях может достигать 20%.

Поэтому с учетом всех отмеченных достоинств и недостатков вертикальные ИК-счетчики (Рис.2) лучше всего подходят для торговых объектов с узкими проходами и не очень большой интенсивностью движения, а горизонтальные позволят решить проблему подсчета потоков посетителей большой интенсивности в широких проходах.

При подсчете интенсивных потоков посетителей в узких проходах (к примеру, вход в метро) хорошо зарекомендовали себя **емкостные счетчики покупателей**. Это системы вертикального типа, принцип действия которых основан на идентификации изменения емкостных характеристик в небольшом объеме пространства. Емкостные счетчики не получили широкого распространения ввиду довольно большой стоимости и специфики монтажа — для эффективной работы устройства необходимо, чтобы датчики были установлены на высоте не менее 4-х метров.

**Тепловизорные системы учета влажности** (Рис.3) идентифицируют посетителей по исходящему от них тепловому излучению. Ее основное

достоинство состоит в том, что она отслеживает каждого человека. Так что, даже если посетители будут двигаться хаотично, это не повлияет на точность подсчета. Часто тепловизорные системы реализуются как встроенные (к примеру, вертикальная рампа может содержать два типа датчиков — инфракрасные и тепловизорные). К плюсам тепловизорной технологии также относят простоту монтажа и полную независимость от освещенности, а к минусам — высокую стоимость (например, по сравнению с ИК-счетчиками) и зависимость от погодных условий (так, в России из-за особенностей климата тепловизорные системы не рекомендуется устанавливать близко ко входу, так как в холодное время года данные подсчета могут искажаться).

Довольно высокой точностью обладают **лазерные системы подсчета влажности**. Как и вертикальные ИК-счетчики, лазерные счетчики используют принцип отражения луча от тела человека, однако сенсором в данном случае является лазер, работающий в инфракрасном диапазоне. К преимуществам систем данного типа следует отнести низкую погрешность при подсчете потоков посетителей высокой интенсивности и способность охватить большую площадь (современные лазерные датчики могут совершать подсчет на расстоянии до 26 метров). При этом лазерные системы в отличие от инфракрасных и тепловых без проблем отличают людей от прочих крупных объектов. По мнению специалистов нашего сайта [www.uchet.biz](http://www.uchet.biz) к недостаткам лазерных счетчиков можно отнести разве что высокую цену (например, в сравнении с тепловыми системами).

Чрезвычайно высоким качеством отличаются системы, созданные на базе технологии **компьютерного зрения** то есть камера видеонаблюдения приведена на (Рис.5). Видеокамеры снимают людской поток, затем специальный счетчик анализирует полученный видеоряд и различает отдельных посетителей. Данная технология анализа практически полностью исключает погрешности подсчета, вызванные сложными траекториями движения посетителей, их длительным нахождением в месте прохода, а также вносом/ввозом крупногабаритных объектов. В результате общая точность подсчета достигает 98%.

Помимо высокой точности системы учета посетителей, использующие технологию компьютерного зрения, обладают массой других преимуществ. Так,

они поддерживают широкие возможности интеграции в другие системы (охранные, видеонаблюдения и пр.), предоставляют пользователю дополнительную информацию (например, о направлении движения) и гибко подстраиваются под любое помещение. С помощью специального ПО их можно даже синхронизировать с базами данных о продажах, чтобы в режиме реального времени получать точные прогнозы уровня продаж на основе анализа посещаемости.

Тем не менее, и у таких систем есть свои недостатки. В частности, их точность подсчета зависит от освещенности (при недостаточной освещенности она снижается) и от качества картинки (к ошибке могут привести даже блики на объективе камеры). К тому же, стоят системы компьютерного зрения немало, а их реализация требует достаточно высокой квалификации специалистов.

И, наконец, в завершение нашего обзора упомянем счетчики влаги, основанные технологии **искусственного интеллекта (ИИ)**. Как правило, система с элементами ИИ состоит из нескольких ИК-датчиков, которые монтируются непосредственно рядом с полом (на уровне лодыжки). Когда в зону действия датчиков (т.н., "зона подсчета") попадает какой-либо объект, система анализирует его передвижение и сравнивает с зафиксированным в памяти паттерном (т.е., базовой моделью). Если большинство признаков совпадает, фиксируется факт прохода.

К плюсам интеллектуальной системы подсчета посетителей также относят высокую точность, информативность и "неприхотливость". Она ведет подсчет независимо от освещенности, определяет не только факт прохода, но и направление движения, без проблем отличает человека от какого-либо другого объекта. Единственный минус системы с элементами ИИ состоит в том, что она может быть заблокирована людьми или предметами, а также имеет сравнительно большие габариты.

## 2. ТЕРМИСТОРНЫЙ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ

Это фотоэлектрические полупроводниковые приборы с внутренним фотоэффектом. Физическая сущность внутреннего фотоэффекта состоит в том, что при освещении поверхности полупроводника (селен, сернистый висмут, сернистый кадмий, сернистый свинец и т.д.) часть световой энергии поглощается веществом и расходуется на освобождение электронов от связей с атомами; при этом количество свободных электронов в веществе сильно возрастает, что приводит к увеличению электропроводности полупроводника.

Схема устройства фоторезистора приведена на Рис.1.

В зависимости от типа и назначения, фоторезисторы выполняют с естественным воздушным (неохлаждаемые) и с жидкостным охлаждением. Неохлаждаемые фоторезисторы по конструкции разделяются на бескорпусные и корпусные.

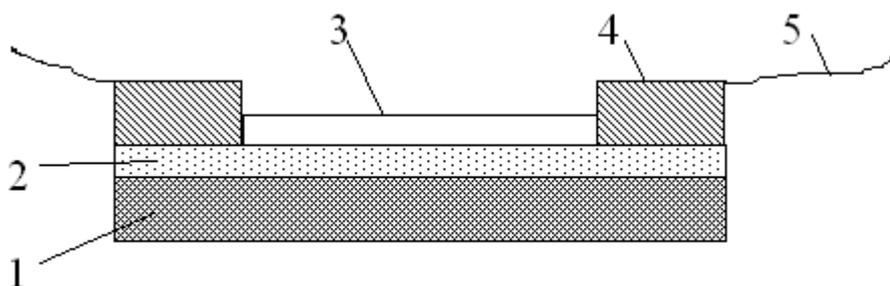


Рис. 1. Схема устройства фоторезистора

Они имеют тонкий слой светочувствительного материала, нанесенного на изолирующую подложку путем пульверизации исходного материала из суспензии (реже – путем испарения материала в вакууме или спекания в таблетки порошкообразной массы). В качестве электродов обычно применяют пленки металлов, не подвергающихся коррозии (золото, платина, серебро), наносимые испарением в вакууме. Для защиты от влияния влаги, воздуха и других внешних воздействий, чувствительные элементы фоторезисторов покрывают слоем защитного лака – герметика. При этом требуется, чтобы слой лака обладал достаточной прозрачностью в той области спектра, для работы в которой предназначен фоторезистор, был влагостойким и не изменял своих свойств в пределах всего диапазона рабочих температур.

Для создания фоторезисторов применяют Ge (чистый либо легированный Au, Si или Zn), Se, Te, Si, InSb, InAs, PbS, PbSe, PbTe, CdS, CdSe, HgCdTe. Характерная особенность данных полупроводниковых материалов — небольшая ширина запрещенной зоны. Полупроводник наносят тонким слоем на кварцевую или стеклянную подложку либо вырезают из монокристалла в виде тонкой пластинки. Слой или пластинку комплектуют двумя электродами. Подложку или пластинку с фоточувствительным слоем и электроды помещают в защитный корпус.

Фоторезистор имеет одинаковую проводимость в обоих направлениях, включается последовательно с управляемым им устройством и источником энергии. Фоторезистор может реагировать не только на появление светового потока. Но и на его исчезновение, т.е. является световым реле. При отсутствии освещения или при постоянном освещении фоторезистор представляет собой активное сопротивление, и ток, протекающий по нему, пропорционален приложенному напряжению, а в случае постоянной величины приложенного напряжения величина тока пропорциональна интенсивности действующего светового потока.

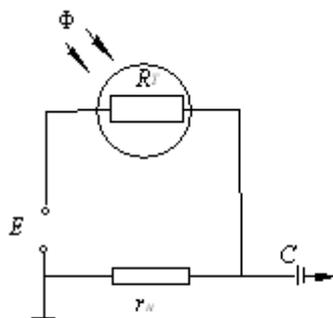


Рис. 2. Типовая схема включения фоторезистора ФС-Б2

Неосвещенный фоторезистор характеризуется темновым током ( $I_T$ ) и темновым сопротивлением. Темновой ток очень мал и обусловлен наличием в полупроводнике небольшого числа свободных электронов, освобожденных действием тепла окружающей среды.

Фоторезисторы обладают избирательным фотоэффектом. Например в видимой части спектра наиболее чувствительны приборы с сульфидом кадмия, а с сульфидом свинца — к инфракрасным лучам (это дает возможность использовать

их для наблюдения и регистрации излучений слабо нагретых тел).

Если фоторезистор включен последовательно с источником энергии  $E$  с резистором  $r_n$  (рис. 2), то изменения светового потока  $\Phi$  сопровождаются изменением тока в цепи, т.е. фоторезистор может работать как вакуумный фотоэлемент для преобразования световой энергии в электрическую.

### 3. ГИГРОМЕТР ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Одним из самых замечательных достижений физики второй половины двадцатого века было открытие физических явлений, послуживших основой для создания удивительного прибора - оптического квантового генератора, или лазера.

Лазер представляет собой источник монохроматического когерентного света с высокой направленностью светового луча. Само слово “лазер” составлено из первых букв английского словосочетания, означающего усиление света в результате вынужденного излучения”.

Действительно, основной физической процесс, определяющий действие лазера, - это вынужденное испускание излучения. Оно происходит при взаимодействии фотона с возбужденным атомом при точном совпадении энергии фотона с энергией возбуждения атома (или молекулы).

В результате этого взаимодействия атом переходит в невозбужденное состояние, а избыток энергии излучается в виде нового фотона с точно такой же энергией, направлением распространения и поляризацией, как и у первичного фотона. Таким образом, следствием данного процесса является наличие уже двух абсолютно идентичных фотонов. При дальнейшем взаимодействии этих фотонов с возбужденными атомами, аналогичными первому атому, может возникнуть “цепная реакция” размножения одинаковых фотонов, “летающих” абсолютно точно в одном направлении, что приведет к появлению узконаправленного светового луча. Для возникновения лавины идентичных фотонов необходима среда, в которой возбужденных атомов было бы больше, чем невозбужденных, поскольку при взаимодействии фотонов с невозбужденными атомами происходило бы поглощение фотонов. Такая среда называется средой с инверсной населенностью уровней энергии.

Итак, кроме вынужденного испускания фотонов возбужденными атомами происходят также процесс самопроизвольного, спонтанного испускания фотонов при переходе возбужденными атомами в невозбужденное состояние и процесс поглощения фотонов при переходе атомов из невозбужденного состояния в возбужденное. Эти три процесса, сопровождающие переходы атомов в возбужденные состояния и обратно, были постулированы А. Эйнштейном в 1916 г.

Если число возбужденных атомов велико и существует инверсная выделенность уровней (в верхнем, возбужденном состоянии атомов больше, чем в нижнем, невозбужденном), то первый же фотон, родившийся в результате спонтанного излучения, вызовет все нарастающую лавину появления идентичных фотонов. Произойдет усиление спонтанного излучения.

На возможность усиления света в среде с инверсной населенностью за счет вынужденного испускания впервые указал в 1939 г. советский физик В. А. Фабрикант, предложивший создавать инверсную населенность в электрическом разряде в газе.

При одновременном рождении (принципиально это возможно) большого числа спонтанно испущенных фотонов возникнет большое число лавин, каждая из которых будет распространяться в своем направлении, заданном первоначальным фотоном соответствующей лавины. В результате мы получим потоки квантов света, но не сможем получить ни направленного луча, ни высокой монохроматичности, так как каждая лавина инициировалась собственным первоначальным фотоном. Для того чтобы среду с инверсной населенностью можно было использовать для генерации лазерного луча, т. е. направленного луча с высокой монохроматичностью, необходимо “снимать” инверсную населенность с помощью первичных фотонов, уже обладающих одной и той же энергией, совпадающей с энергией данного перехода в атоме. В этом случае мы будем иметь лазерный усилитель света.

Существует, однако, и другой вариант получения лазерного луча, связанный с использованием системы обратной связи. Спонтанно родившиеся фотоны, направление распространения которых не перпендикулярно плоскости зеркал, создадут лавины фотонов, выходящие за пределы среды. В то же время фотоны, направление распространения которых перпендикулярно плоскости зеркал, создадут лавины, многократно усиливающиеся в среде вследствие многократного отражения от зеркал. Если одно из зеркал будет обладать небольшим пропусканием, то через него будет выходить направленный поток фотонов перпендикулярно плоскости зеркал. При правильно подобранном пропускании зеркал, точной их настройке относительно друг друга и относительно продольной оси среды с инверсной населенностью обратная связь может оказаться настолько

эффективной, что излучением “вбок” можно будет полностью пренебречь по сравнению с излучением, выходящим через зеркала. На практике это, действительно, удается сделать. Такую схему обратной связи называют оптическим резонатором, и именно этот тип резонатора используют в большинстве существующих лазеров.

В 1955 г. одновременно и независимо Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым в СССР и Ч. Таунсом в США был предложен принцип создания первого в мире генератора квантов электромагнитного излучения на среде с инверсной населенностью, в котором вынужденное испускание в результате использования обратной связи приводило к генерации чрезвычайно монохроматического излучения.

Спустя несколько лет, в 1960 г., американским физиком Т. Мейманом был запущен первый квантовый генератор оптического диапазона - лазер, в котором обратная связь осуществлялась с помощью описанного выше оптического резонатора, а инверсная населенность возбуждалась в кристаллах рубина, облучаемых излучением ксеноновой лампы-вспышки. Рубиновый кристалл представляет собой кристалл оксида алюминия  $Al_2O_3$  с небольшой добавкой = 0,05% хрома. При добавлении атомов хрома прозрачные кристаллы рубина приобретают розовый цвет и поглощают излучение в двух полосах ближней ультрафиолетовой области спектра. Всего кристаллами рубина поглощается около 15% света лампы-вспышки. При поглощении света ионами хрома происходит переход ионов в возбужденное состояние в результате внутренних процессов возбужденные ионы хрома переходят в основное состояние не сразу, а через два возбужденных уровня. На этих уровнях происходит накопление ионов, и при достаточно мощной вспышке ксеноновой лампы возникает инверсная населенность между промежуточными уровнями и основным уровнем ионов хрома.

Торцы рубинового стержня полируют, покрывают отражающими интерференционными пленками, выдерживая при этом строгую параллельность торцов, друг другу.

При возникновении инверсии населенностей уровней ионов хрома в рубине происходит лавинное нарастание числа вынужденно испущенных фотонов, и

обратной связи на оптическом резонаторе, образованном зеркалами на торцах рубинового стержня, обеспечивает формирование узконаправленного луча красного света. Длительность лазерного импульса = 0,0001 с, немного короче длительности вспышки ксеноновой лампы. Энергия импульса рубинового лазера около 1ДЖ.

С помощью механической системы (вращающееся зеркало) или быстродействующего электрического затвора можно “включить” обратную связь (настроить одно из зеркал) в момент достижения максимальной инверсии населенностей и, следовательно, максимального усиления активной среды. В этом случае мощность индуцированного излучения будет чрезвычайно велика и инверсия населенности “снимется” вынужденным излучением за очень короткое время.

В этом режиме модулированной добротности резонатора излучается гигантский импульс лазерного излучения. Полная энергия этого импульса останется приблизительно на том же уровне, что и в режиме “свободной генерации”, но вследствие сокращения в сотни раз длительности импульса также в сотни раз возрастает мощность излучения, достигая значения = 100000000Вт.

### **Лазерная технология**

Лазеры нашли широкое применение, и в частности используются в промышленности для различных видов обработки материалов: металлов, бетона, стекла, тканей, кожи и т. п.

Лазерные технологические процессы можно условно разделить на два вида. Первый из них использует возможность чрезвычайно тонкой фокусировки лазерного луча и точного дозирования энергии как в импульсном, так и в непрерывном режиме. В таких технологических процессах применяют лазеры сравнительно невысокой средней мощности: это газовые лазеры импульсно--периодического действия, лазеры на кристаллах иттрий-алюминиевого граната с примесью неодима. С помощью последних были разработаны технология сверления тонких отверстий (диаметром 1 - 10 мкм и глубиной до 10 - 100 мкм) в рубиновых и алмазных камнях для часовой промышленности и технология изготовления фильеров для протяжки тонкой проволоки. Основная область применения маломощных импульсных лазеров связана с резкой и сваркой

миниатюрных деталей в микроэлектронике и электровакуумной промышленности, с маркировкой миниатюрных деталей, автоматическим выжиганием цифр, букв, изображений для нужд полиграфической промышленности.

В последние годы в одной из важнейших областей микроэлектроники - фотолитографии, без применения которой практически невозможно изготовление сверхминиатюрных печатных плат, интегральных схем и других элементов микроэлектронной техники, обычные источники света заменяются на лазерные. С помощью лазера на ХеСL ( $\lambda=308$  нм) удастся получить разрешение в фотолитографической технике до 0,15 - 0,2 мкм.

Дальнейший прогресс в субмикронной литографии связан с применением в качестве экспонирующего источника света мягкого рентгеновского излучения из плазмы, создаваемой лазерным лучом. В этом случае предел разрешения, определяемый длиной волны рентгеновского излучения ( $\lambda= 0,01 - 0,001$  мкм), оказывается просто фантастическим.

Второй вид лазерной технологии основан на применении лазеров с большой средней мощностью: от 1кВт и выше. Мощные лазеры используют в таких энергоемких технологических процессах, как резка и сварка толстых стальных листов, поверхностная закалка, наплавление и легирование крупногабаритных деталей, очистка зданий от поверхностей загрязнений, резка мрамора, гранита, раскрой тканей, кожи и других материалов. При лазерной сварке металлов достигается высокое качество шва и не требуется применение вакуумных камер, как при электроннолучевой сварке, а это очень важно в конвейерном производстве.

Мощная лазерная технология нашла применение в машиностроении, автомобильной промышленности, промышленности строительных материалов. Она позволяет не только повысить качество обработки материалов, но и улучшить технико-экономические показатели производственных процессов. Так, скорость лазерной сварки стальных листов толщиной 14 мКм достигает 100м\ч при расходе электроэнергии 10 кВт. ч.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном рынке можно найти множество систем по подсчету посетителей. Из большого количества моделей легко выбрать наиболее подходящий счетчик. В таком оборудовании используются при работе различные технологии. Это могут быть датчики емкостные, лазерные, инфракрасные, компьютерное зрение, тепловидение. Частично может использоваться искусственный интеллект. В разных системах возможно вертикальное или горизонтальное расположение таких устройств, как датчики подсчета посетителей. Устройства собирают информацию во всех системах разными способами.

Фототранзистор это фотоэлектрические полупроводниковые приборы с внутренним фотоэффектом которая имеет одинаковую проводимость в обоих направлениях, включается последовательно с управляемым им устройством и источником энергии. Фоторезистор может реагировать не только на появление светового потока. Но и на его исчезновение, т.е. является световым реле.

Ну и одним из самых замечательных достижений физики второй половины двадцатого века было открытие физических явлений, послуживших основой для создания удивительного прибора - оптического квантового генератора, или лазера.

Лазер представляет собой источник монохроматического когерентного света с высокой направленностью светового луча. Само слово “лазер” составлено из первых букв английского словосочетания, означающего усиление света в результате вынужденного излучения”.

В результате проделанной работы были рассмотрены:

Все виды датчиков подсчета посетителей, выявили плюсы и минусы каждого. Узнали, что такое фоторезистор и из чего его делают. Рассмотрели что такое лазер, где его применяют и его технологию.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лазерное излучение [Текст] / общ. ред. В. Я. Гранкин. - М. : Воениздат, 1977. - 192 с. : ил. - Б. ц.
2. Лазеры [Текст] : переводное издание / пер. с англ. В. Н. Слостников, ред. В. П. Павлов. - М. : Наука, 1977. - 152 с. : ил. - (Над чем думают физики ; вып. II). - Б. ц.
3. Основы электроники [Текст] : учеб. пособие для сред. спец. учеб. зав. по спец. 1509 "Электрификация сел. хоз-ва". / К. А. Арестов, Б. С. Яковенко. - М. : Радио и связь, 1988. - 272 с. : ил.
4. Приемники инфракрасного излучения [Текст] / М. Н. Марков. - М. : Наука, 1968. - 168 с.
5. Экспериментальная оптика: Оптические материалы. Источники, приемники, фильтрация оптического излучения. Спектральные приборы. Лазеры, лазерная спектроскопия [Текст] : учеб. для студентов вузов, обуч. по спец. и напр. "Физика" / В. В. Лебедева. - 3-е изд. - М. : МГУ, 1994. - 352 с.
6. Белов И. Ф., Дрызго Е. В. Справочник по радиодеталям. М., «Советское радио», 1973.
7. Датчики и микро-ЭВМ [Текст] : пер. с яп. / Н. Како, Я. Яманэ. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 120 с. : ил. - Б. ц.
8. Зорохович А. Е., Калинин В. К. Электротехника с основами промышленной электроники. – М.: Высшая школа, 1975.
9. Практические советы мастеру-любителю. Электротехника, электроника, материалы и их обработка. Верховцев О.Г. Ленинградское отделение, 1988г.
10. Общая электротехника с основами электроники [Текст] : учеб. пособие для неэлектротехн. спец. техникумов. / И. А. Данилов, П. М. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1989. - 751,1 с. : ил. - Библиогр.: с. 745 / 22 назв. / . - Б. ц.