

УДК 622.489

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТАБЕЛЬНОГО УЧЕТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ТРУДЯЩИХСЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Квитковский И. А., магистрант; Староверов К. С., доцент, к. т. н.
(*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина*)

Среди множества факторов, влияющих на управление производством, немаловажное место занимает обеспечение безопасных условий труда и управление трудовыми ресурсами. В связи с этим на угольных предприятиях необходимо вести точный и непрерывный учет всех лиц как спускающихся в шахту, так и выезжающих из нее, а также производить сбор информации о рабочем времени трудящихся.

На сегодняшний день еще на многих угольных шахтах табельный учет осуществляется ручным способом и тем самым представляет собой многооперационный и трудоемкий процесс, требующий значительных затрат времени на сбор, обработку и регистрацию информации. В свое время результатом попытки автоматизировать данный процесс стало создание системы автоматизированного табельного учета рабочих номеров САТУРН на базе управляющего вычислительного комплекса (УВК). Однако указанная система не в состоянии обеспечить непрерывность реализации функций по ряду причин, основными из которых являются недостаточная надежность технических средств, отказы программного обеспечения, необходимость остановов УВК для профилактических и ремонтных работ. Так по данным журналов учета времени работы на шахтах, простои системы составляют 5,6% всего ресурса рабочего времени, причем на долю простоев по причине отказов УВК приходится свыше 70% общего времени простоев [1]. Но несмотря на это, опыт эксплуатации таких систем [2] показал, что переход на машинную технологию учета резко уменьшает затраты времени как на отдельные операции, так и на весь цикл управления (внедрение подобной подсистемы позволило сократить сменный цикл табельного учета на 73%).

В последнее время на крупных угольных предприятиях начали применяться системы табельного учета АСТУ-АМИ [3]. Эта система была реализована с использованием самых современных технических и программных средств, обеспечивающих оперативную и достоверную обработку и представление информации, многопользовательский доступ к данным, удобство в эксплуатации, гибкость и наращиваемость системы. Однако для идентификации персонала в системе АСТУ-АМИ используются электронные пластиковые карточки, применение которых, обуславливает низкую пропускную способности пункта регистрации трудящихся из-за малого радиуса их действия (от 2 до 10 см), что способствует образованию очереди при интенсивном спуске – подъеме работающих. Кроме того, применение электронных пластиковых карточек крайне неудобно в шахтных условиях из-за специфики

ведения горных работ (большая вероятность повреждения или утери пластиковой карты).

Таким образом, основываясь на приведенных фактах, создание принципиально новой подсистемы автоматизированного табельного учета рабочих, которая отвечала бы современным требованиям, является актуальной задачей.

Принцип действия предлагаемой системы автоматизированного учета табельных номеров и рабочего времени трудящихся шахты (АТУРВ) основан на применении бесконтактного способа идентификации рабочих, т.е. на использовании радиочастотного канала связи. Однако в отличие от системы табельного учета АСТУ-АМИ в предлагаемой системе дальность связи между носителями информации (кодоносителями) и считывающими устройствами будет составлять несколько метров, что позволяет идентифицировать рабочего на значительном расстоянии без каких либо дополнительных действий с его стороны.

Сущность предлагаемой системы заключается в следующем (рис. 1): в шахтном головном светильнике устанавливается специальное устройство – носитель информации (НИ), в памяти которого «зашифрована» информация о табельном номере трудящегося. В пунктах учета устанавливаются считывающие устройства (СУ). При этом можно предусмотреть размещение пунктов учета непосредственно на участках шахты, где будут установлены удаленные считывающие устройства (УСУ). Обмен данными между НИ и СУ (УСУ) осуществляется посредством приемопередатчиков, встроенных в выше перечисленные устройства. Сбор данных с СУ и специальных считывающих устройств (ССУ) осуществляет Сервер управления АТУРВ посредством интерфейса RS 485. Он обрабатывает полученную информацию и передает Серверу базы данных АТУРВ для последующей обработки и хранения.



Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема системы АТУРВ

Считывание информации, накопленной удаленными считывающими устройствами в течение смены, будет осуществляется с помощью особых

носителей информации (ОНИ). Когда в радиусе действия приемопередатчика УСУ находится ОНИ, то это считывающее устройство «скачивает» последнему хранящуюся в нем информацию, а трудящийся, у которого находится такой носитель информации, доставляет ее на поверхность шахты. При этом достаточно чтобы ОНИ имел хотя бы один трудящийся на данном участке в каждую смену. Для сбора данных, накопленных ОНИ, на поверхности шахты устанавливаются специальные считывающие устройства (ССУ).

Носитель информации (рис. 2а) состоит из микроконтроллера, АМ/ЧМ передатчика и АМ/ЧМ приемника, индикатора состояния, а также двух кварцевых резонаторов. Вся схема получает питание от литиевой батареи и размещена в шахтном головном светильнике.

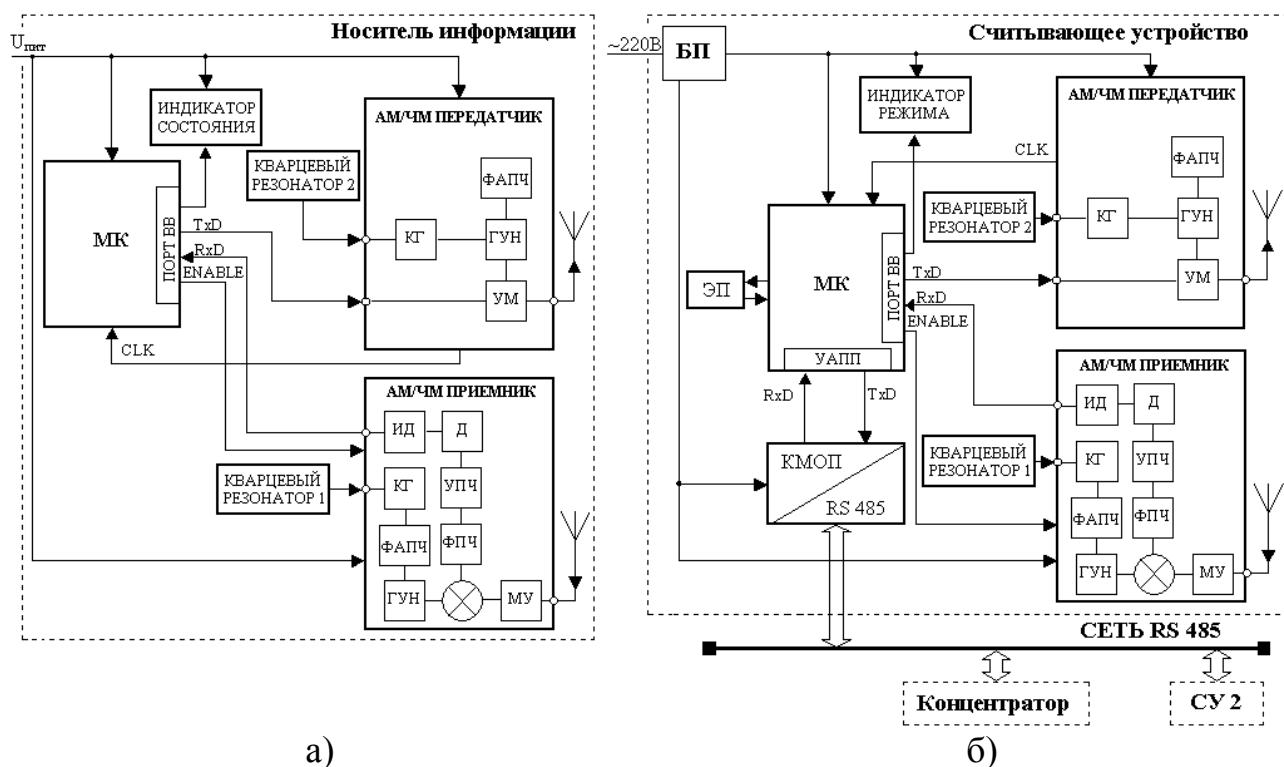


Рисунок 2 – Структурная схема: а) носителя информации; б) считывающего устройства (МК – микроконтроллер, ФАПЧ – блок фазовой автоподстройки частоты, ГУН – генератор, управляемый напряжением, УМ – усилитель мощности, КГ – кварцевый генератор, ИД – блок интерфейса данных, Д – демодулятор, УПЧ – усилитель промежуточной частоты, ФПЧ – фильтр промежуточной частоты, МУ – малошумящий усилитель, ЭП – энергонезависимая память, БП – блок питания)

Передатчик осуществляет преобразование цифрового сигнала поступающего с порта вывода микроконтроллера на вход передатчика в радиочастотный сигнал (приемник осуществляет обратную операцию). Несущая радиосигнала синтезируется с помощью ГУН. Радиосигнал передается на настроенную петлевою антенну. Табельный номер записан в энергонезависимой памяти микроконтроллера.

Принцип работы НИ заключается в следующем: посредством передатчика микроконтроллер (МК) отправляет посылку (заявку на регистрацию) с табельным номером через радиочастотный канал связи, при этом приемник находится в «sleep» режиме. После передачи посылки, микроконтроллер переводит приемник в активное состояние и переходит в режим ожидания квитирования регистрации.

Получив заявку на регистрацию, считывающее устройство отправляет ответную посылку подтверждения регистрации, которая содержит распознанный в заявке табельный номер. Микроконтроллер НИ, получив ответную посылку квитирования регистрации, сравнивает её содержимое с записанным в его энергонезависимой памяти табельным номером. При совпадении МК переключает индикатор состояния в режим «зарегистрирован». В случае несовпадения табельных номеров, либо отсутствия ответной посылки квитирования регистрации в течение 10 мс, осуществляется повторная попытка регистрации.

Индикатор состояния НИ может находиться в следующих трех режимах: 1) не зарегистрирован; 2) зарегистрирован; 3) повторно зарегистрирован.

Особый носитель информации отличается от простого НИ только следующими особенностями, он имеет: 1) расширенную энергонезависимую память МК; 2) дополнительный режим – прием данных от удаленного считывающего устройства. Его принцип работы заключается в следующем: после осуществления регистрации, микроконтроллер посылает посылку-запрос удаленному считывающему устройству, получив которую последнее передает ОНИ накопленные в его памяти данные о регистрации других НИ.

Считывающее устройство (рис. 2б) дополнительно имеет преобразователь КМОП/RS485, кроме того, его МК обладает большим объемом ЭП. Принцип действия СУ заключается в следующем: при отсутствии в зоне чувствительности приемника СУ носителей информации МК СУ поддерживает активное состояние его приемника, а его передатчик при этом находится в режиме “sleep”. Индикатор режима, сигнализирует о готовности СУ к регистрации. При поступлении в МК с выхода блока ИД приемника посылки от НИ он записывает полученный табельный номер и время его получения в свою ЭП. После этого он отключает приемник и отправляет посылку квитирования регистрации посредством передатчика.

ССУ аналогично по структурному составу вышеописанному считывающему устройству. Оно периодически посылает посылку-запрос, получив которую ОНИ передает ему содержимое своей энергонезависимой памяти.

Структурно удаленное считывающее устройство отличается от простого СУ только отсутствием преобразователя КМОП/RS485. В остальном его структура аналогична структуре простого считывающего устройства.

Удаленное считывающее устройство может работать в двух режимах: «Регистрация» и «Передача», о каждом из которых сигнализирует индикатор режима. Работа устройства в первом режиме аналогична работе СУ.

В режиме «Передача» УСУ работает следующим образом: получив посылку-запрос от ОНИ, микроконтроллер УСУ посредством передатчика начинает передавать накопленные данные о зарегистрированных на участке

трудящихся. После передачи всех данных МК УСУ переводит приемник в активный режим и ждет посылки квитирования получения данных ОНИ, после получения которой, переводит УСУ в режим «Регистрация».

В данной разработке в качестве элементной базы для приемников и передатчиков предполагается использовать АМ/ЧМ передатчики U2741В и АМ/ЧМ приемники U3741ВМ в интегральном исполнении производства фирмы Atmel, которые работают в паре на частотах 300-450 МГц. Скорость передачи данных может достигать 20 Кбод при мощности до 5 дБм. Приемник поддерживает скорость приема данных до 10кБод, при этом его чувствительность может достигать – 91 дБм. Кроме того, они обладают малым энергопотреблением: потребление тока передатчиком в активном режиме составляет 4.7 мА, а «спящем» режиме ток потребления снижается до 0.35 мкА. Для приемника эти параметры составляют соответственно 7 мА и 190 мкА.

Однако при описанном выше подходе возможна ситуация когда несколько носителей информации одновременно попытаются занять радиочастотный канал связи. Это неизбежно приведет к искажению передаваемой ими информации в результате наложения содержимого нескольких посылок друг на друга (рис. 3а), т. е. к возникновению так называемой коллизии (*collision*). Применяемый манчестерский метод кодирования не позволяет выделять сигналы каждого носителя информации из общего сигнала и такие посылки просто «отбрасываются», так как при этом нарушается структура кода Манчестера.

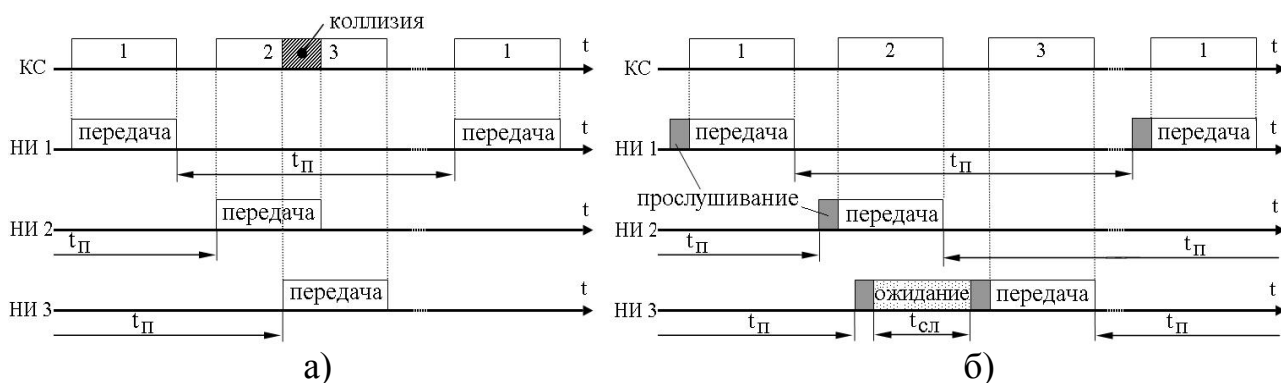


Рисунок 3 – Временная диаграмма: а) без использования алгоритма антиколлизии; б) с использованием алгоритма антиколлизии

Для предотвращения коллизий был разработан специальный алгоритм антиколлизии. Основная идея в работе алгоритма заключается в следующем: все носители информации одновременно наблюдают за возникающими в радиоканале сигналами, при этом, если в канале присутствует модуляция (несущая), то каждый конкретный носитель информации откладывает передачу своей посылки на интервал времени, определяемый случайно. Такой алгоритм не исключает появление коллизий, однако позволяет свести к минимуму их возникновение.

На рис. 3б изображена ситуация аналогичная той, что приведена на рис. 3а, но при использовании алгоритма антиколлизии. Теперь при попытке передать свою посылку носитель информации НИЗ обнаружил путем

прослушивания радиоканала канала связи, что последний занят и только после выдержки случайной паузы $t_{сл}$ вновь попытался передать свою посылку. Так как канал связи на этот раз оказался свободным, то носитель информации НИЗ успешно осуществил свою регистрацию.

Вышеописанный метод носит вероятностный характер, и вероятность успешного получения носителем информации в свое распоряжение радиочастотного канала связи зависит от загруженности последнего. Поэтому чем меньше НИ находится в радиусе действия считывающего устройства, тем меньше вероятность возникновения коллизий.

Для проверки работоспособности описанного выше алгоритма было осуществлено его моделирование с помощью программы написанной на языке Visual Basic 6.0. По результатам моделирования без использования алгоритма антиколлизии (рис. 4а) видно, что произошло наложение посылок НИ1 и НИ2, т.е. возникла коллизия.

Анализируя полученные результаты моделирования с использованием алгоритма антиколлизии (рис. 4б), не трудно убедиться в том, что на этот раз все носители информации осуществили успешную регистрацию. При многочисленных повторах процесса моделирования были получены аналогичные результаты.

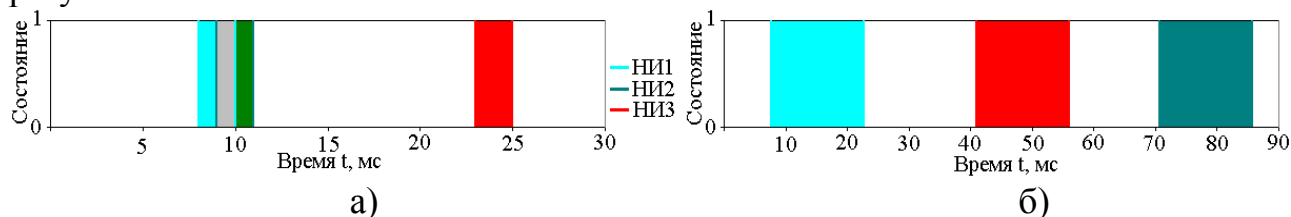


Рисунок 4 – Результаты моделирования: а) без применения алгоритма антиколлизии; б) с применением алгоритма.

Однако модель кроме достоинств разработанного алгоритма позволила выявить и его недостаток – увеличение времени регистрации при увеличении количества носителей информации находящихся в зоне действия СУ. Однако реально в зоне действия считывающего устройства может находиться не более 20 человек, что не приведет к заметному увеличению времени регистрации. Это видно уже по результатам моделирования (рис.4 б), т. к. время регистрации трех носителей информации составляет 86 мс, а время, за которое трудящийся сможет выйти из зоны действия считывающегося устройства составляет не менее 3 с, что значительно больше времени его регистрации.

Перечень ссылок

1. Макаров М.И. Надежность шахтной автоматизированной системы СА-ТУРН. – Уголь, 1978, №9, с. 63 – 64.
2. Гольдин М.А, Напрасников В.Н., Коваленко Г. Г., Боронин В. Ф. Автоматизированная система управления производственными процессами угольной шахты. М.: ЦНИЭИуголь, 1974. – 96с.
3. Интернет ресурсы: <http://ami.ua/astu/stuastu.html>