



Безопасность  
в техносфере  
rintd.ru

Система управления  
эвакуацией людей  
eesystem.ru



ISBN 978-5-4344-0523-2



9 785434 405232

Безопасность в техносфере 12

Удмуртское региональное отделение  
Общероссийской общественной организации  
«Российское научное общество анализа риска»

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

# Безопасность в техносфере

12



Ижевск 2018

Удмуртское региональное отделение  
Общероссийской общественной организации  
«Российское научное общество анализа риска»

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

# ***БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ***

*Сборник статей*

*Выпуск 12*



Ижевск  
2018

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492

ББК 68.9я431

Б40

*Научный редактор:*

доктор технических наук, профессор В. М. Колодкин

*Председатель организационного комитета:*

руководитель Российского научного общества анализа риска,  
кандидат психологических наук М. И. Фалеев

**Б40 Безопасность в техносфере** : сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. — Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2018. — 164 с.

ISBN 978-5-4344-0523-2

Данный сборник, в основном, соответствует материалам, представленным на XII Международной конференции «Безопасность в техносфере». Главная тема Конференции — Цифровые системы обеспечения безопасности.

Рассмотрены вопросы интеграции цифровых подсистем, таких как подсистема автоматического контроля количества людей в помещениях здания, подсистема автоматического мониторинга среды в горящем здании и т.д., в интегрированную систему автоматического формирования указаний людям путей эвакуации из горящего здания в режиме реального времени.

В статьях раскрываются принципы организации системы, вопросы создания математического, алгоритмического и программного обеспечения. Содержание статей дает системное представление о современных проблемах безопасности в техносфере и способах их решения.

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492

ББК 68.9я431

**ISBN 978-5-4344-0523-2**

© УРО ООО «Российское научное общество анализа риска», 2018

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

<b>I Цифровые системы обеспечения безопасности</b> . . . . .	5
<i>В.М. Колоджин, Б.В. Чирков, Д.Е. Ушаков</i>	
Повышение эффективности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании . . .	6
<i>Б.В. Чирков</i>	
Методы совершенствования и алгоритмы управления эвакуацией из здания . . . . .	19
<i>А.М. Сивков</i>	
Протокол последовательной передачи данных . . . . .	45
<i>Д.Е. Ушаков, Б.В. Чирков</i>	
Исследование ограничений расстановки беспроводных узлов на базе микроконтроллера ATmega128RFA1 . . . .	48
<i>А.М. Сивков, А.Н. Семакина</i>	
Об электрической схеме подключения сенсора инфракрасных лучей . . . . .	53
<i>А.М. Сивков, Д.А. Пухова</i>	
О влиянии солнечного света на инфракрасный сенсор .	56
<i>С.В. Шархун, Н.Ф. Сирина</i>	
Результаты разработки, реализации и внедрения программного комплекса «СОУЭ-ПК» на инфраструктурных объектах ОАО «РЖД» . . . . .	58
<b>II Техносферная безопасность</b> . . . . .	67
<i>М.Э. Галиуллин</i>	
Картографическая подсистема веб-сервиса оценки риска на техногенных объектах . . . . .	68
<i>А.В. Радикова, В.О. Анашин</i>	
Анализ и оценка аварийного риска с точки зрения системного анализа . . . . .	83
<i>В.О. Анашин, А.В. Радикова</i>	
Ранжирование территорий по уровню коллективного риска при авариях на техногенных объектах на примере автозаправочных станций . . . . .	88
<i>А.В. Романенко, Г.М. Чигвинцев, С.В. Ширококов, Д.В. Варламов, С.Ю. Загуменов</i>	
Проект противопожарного комплекса для повышения безопасности людей и эффективности применения средств индивидуальной защиты и средств пожаротушения . . . . .	96

<i>Д.М. Варламова</i>	
Обзор существующих методов по оценке экономической эффективности систем пожарной безопасности . . . . .	108
<i>И.М. Янников, В.С. Кужлин, В.И. Молчанов, А.Е. Любаков</i>	
О некоторых аспектах применения спринклерных установок пожаротушения на производстве . . . . .	115
<i>А.С. Соловьева, М.В. Телегина</i>	
Поддержка принятия решений по обеспечению безопасности химически опасных объектов . . . . .	121
<i>Ф.В. Недопекин, Н.С. Шестакин, А.В. Несова</i>	
Анализ потенциала поглощения диоксида углерода на перспективных участках его хранения в Донбассе . . . . .	126
<i>И.М. Янников, М.В. Шабардин, М.В. Телегина</i>	
Экологическое картографирование реабилитируемых территорий . . . . .	133
<i>А.Ю. Лучина</i>	
Двухскоростная модель движения газожидкостной смеси в аэротенках с пневматической системой аэрации . . . . .	138
<i>И.М. Янников, И.Н. Вологжанин, Р.Г. Бадамшина</i>	
Проблематика автоматизации прогнозирования паводков и наводнений . . . . .	143
<i>Д.М. Костин</i>	
Автоматизированная система персонифицированного учета нарушений требований охраны труда . . . . .	148
<i>В.В. Бодряга, Ф.В. Недопекин, В.В. Белоусов</i>	
Экологическая проблема утилизации графитной спели при переливах чугуна . . . . .	154

Раздел I  
Цифровые системы  
обеспечения безопасности

УДК 004.93'1

## ПРОТОКОЛ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАнных

*А.М. Сивков*

Удмуртский Государственный Университет, г. Ижевск, Россия

e-mail: *amsiv@mail.ru*

*В статье описывается разработанный автором специализированный протокол двухпроводной последовательной передачи цифровых данных между центральным узлом и периферийными устройствами. Особенностью протокола является его простота и нетребовательность к стабильности тактовой частоты связываемых устройств.*

**Ключевые слова:** протокол, последовательная передача данных.

### Введение

В системах безопасности нередко требуется обеспечить связь устройств по принципу «один ко многим», то есть, например, связь центрального узла сбора информации с несколькими интеллектуальными датчиками. Если сигналы передаются по проводам, число проводников в линии связи должно быть минимальным. Кроме того, важно обеспечить необходимую степень синхронизации между передающим и приёмным устройствами при условии, что тактовые частоты контроллеров устройств не только не одинаковы, но ещё и не стабильны.

Стандартный протокол последовательной передачи данных SPI рассчитан как раз на случай нестабильной тактовой частоты, и именно в этом его достоинство. Но у протокола SPI есть и недостаток. Если к центральному узлу подключается  $N$  периферийных устройств, в линии связи должно быть  $N + 3$  проводников. В результате, когда устройств много, получается целый пучок проводов. Это терпимо, если шина целиком находится на печатной плате, и длина проводников не превышает нескольких миллиметров, но совсем плохо, если устройства находятся далеко от центрального узла, и провода приходится тянуть по стенам здания.

Ниже описан экспериментальный протокол последовательной передачи данных, заимствующий положительные черты протокола

SPI, но не требующий такого большого количества проводников в линии связи.

### **Состав линии связи**

Среда передачи сигналов, для которой предлагается этот протокол, состоит из двух проводников. (Конечно, не считая общего провода «земля».) Один из проводников - линия синхронизации. Другой проводник – линия данных.

Линия синхронизации выполняет, «по совместительству», три функции. Во-первых, она служит для передачи синхроимпульсов, необходимых для согласованной работы центрального узла и периферийного устройства во время отправки и получения данных. Во-вторых, по этой линии происходит передача адреса периферийного устройства, к которому обращается центральный узел. В-третьих, по этой же линии передаётся запрос центрального узла на предоставление конкретных данных.

Линия данных предназначена только для одной цели: для ответа периферийного устройства на запрос.

### **Порядок передачи сигналов**

В ожидании начала сеанса связи все периферийные устройства, помимо всех других своих функций, обязаны непрерывно прослушивать линию синхронизации.

Инициатором связи является центральный узел (Master). Сигнал начала сеанса связи (сигнал «Внимание») – представляет собой одиночный короткий положительный электрический импульс, посланный в линию синхронизации, за которым следует продолжительная пауза.

Получив сигнал «Внимание», все периферийные устройства обязаны перейти в режим ожидания адреса. Уникальный адрес устройства, с которым центральный узел намерен установить связь, передаётся центральным узлом в линию синхронизации. Периферийное устройство (Slave), адрес которого совпадает со значением, полученным из линии синхронизации, обязано перейти в режим ожидания запроса данных.

Вообще говоря, периферийное устройство может предоставлять центральному узлу различные данные, согласно имеющемуся у системы перечню. Это могут быть, например, показания датчиков, режим работы устройства, величина разряда источника

питания и тому подобное. Центральный узел уточняет, какие именно данные ему нужны, с помощью специального запроса данных, отправляемого в линию синхронизации. Получив запрос, периферийное устройство обязано подготовить данные к отправке, и перейти в режим ожидания передачи данных.

Наконец, собственно передача данных периферийным устройством, завершающая сеанс связи, управляется импульсами синхронизации, которые генерируются центральным узлом и отправляются им в линию синхронизации.

## **Заключение**

Описанный выше протокол был использован в экспериментах по связи центрального узла сбора информации с инфракрасным счётчиком людей. При скорости передачи данных порядка 1000 бит/сек. и длине линии около 5 м ошибок в передаче данных не наблюдалось. Таким образом, протокол можно рекомендовать для дальнейших испытаний на линиях длиной десятки и сотни метров.

## **SERIAL DATA TRANSMISSION PROTOCOL**

*A.M. Sivkov*

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1  
e-mail: *amsiv@mail.ru*

*The article describes the specialized protocol developed by the author for two-wire serial data transmission between a central node and peripheral devices. A special feature of the protocol is its simplicity and undemanding of the stability of the connected devices clock frequency.*

Keywords: protocol, serial data transmission.

*Научное издание*

Научный редактор  
Колодкин Владимир Михайлович

# **БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ**

Сборник статей

*Выпуск 12*

Компьютерный набор и верстка  
Радикова Анна Владимировна

*Авторская редакция*

Подписано в печать 18.06.2018. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ .  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 10,12.  
Гарнитура Computer Modern Roman. Бумага офсетная № 1.  
Тираж 100 экз. Заказ № 18-34.

АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»  
426057, г. Ижевск, ул. К. Маркса, д. 250, кв. 55  
E-mail: mail@rcd.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95