

Экспериментальная система передачи данных видимым светом при наличии помех, создаваемых внешней засветкой*

Б. ВИДЖАЯЛАКШМИ¹, К. СИНДХУБАЛА²

Факультет электроники и связи, Университет им. Б.С. Абдур Рахмана, Ченнаи, Индия

¹ vijayalakshmi.b@bsauniv.in

² sindhubala_ece_phd_2014@bsauniv.ac.in

Аннотация

Солнечные панели традиционно считаются наиболее перспективными экологически безопасными источниками энергии. Солнечная панель может заменить фотодиод в приёмнике системы передачи данных видимым светом (VLC), так как при этом облегчается нацеливание света белых светодиодов (СД) и увеличивается приёмная поверхность. В предлагаемой системе в передатчике используется белый СД, обеспечивающий освещение и передачу данных, атмосферный канал и выступающая в роли приёмного устройства солнечная панель. Наибольшую обеспокоенность при этом вызывают влияющие на работу системы передачи данных помехи, которые создаются внешней засветкой прямым солнечным светом и люминесцентными лампами. В предлагаемой системе в приёмнике используется адаптивный детектор минимального напряжения (*adaptive minimum voltage detector*), который отслеживает минимальное напряжение, обусловленное воздействием внешней засветки, после чего создаваемые внешней засветкой помехи отсекаются при помощи дифференциального усилителя и фильтра верхних частот Саллена-Ки. Предлагаемая экспериментальная система обеспечила равную 5,58 кбит/с скорость передачи двоичных данных при равном 1,2 м расстоянии между передатчиком и приёмником. Такая же схема приёмника, обеспечивающая уменьшение создаваемых внешней засветкой помех, была опробована применительно к аудиофайлам в формате MP3 и позволила достичь равного 0,40 м расстояния между передатчиком и приёмником.

Ключевые слова: помехи, создаваемые внешней засветкой, светодиод, СД, солнечная панель, передача данных видимым светом, VLC.

1. Введение

Передача данных видимым светом (VLC) дополняет радиосвязь и может использоваться для обеспечения связи в сложных условиях, например, в больницах, самолётах, под водой и т.д. [1–3]. Кроме того, к достоинствам VLC можно отнести вы-

сокую степень защиты передаваемой информации, безопасность для людей, большое количество нерегулируемых частотных диапазонов и безлицензионность [4]. Для передачи и приёма данных используются серийно выпускаемые светодиоды (СД) и солнечные панели. Солнечная панель представляет собой пассивное устройство и не требует дополнительных источников питания. К достоинствам солнечных панелей следует также отнести экологическую безопасность, большую площадь принимающей поверхности и облегчение нацеливания света. Помехи, создаваемые естественным и искусственным светом, имеют, в среднем, большую мощность, чем полезный входной сигнал. Поэтому вредное воздействие помех, создаваемых внешней засветкой в комнатных системах VLC, требует внимательного рассмотрения для обеспечения более хорошего воспроизведения сигнала [5–9].

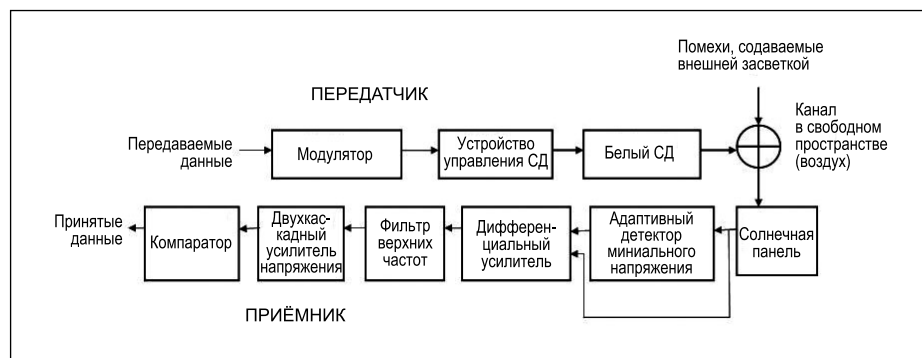


Рис. 1. Блок схема предлагаемой системы VLC, в которой в качестве приёмника используется солнечная панель

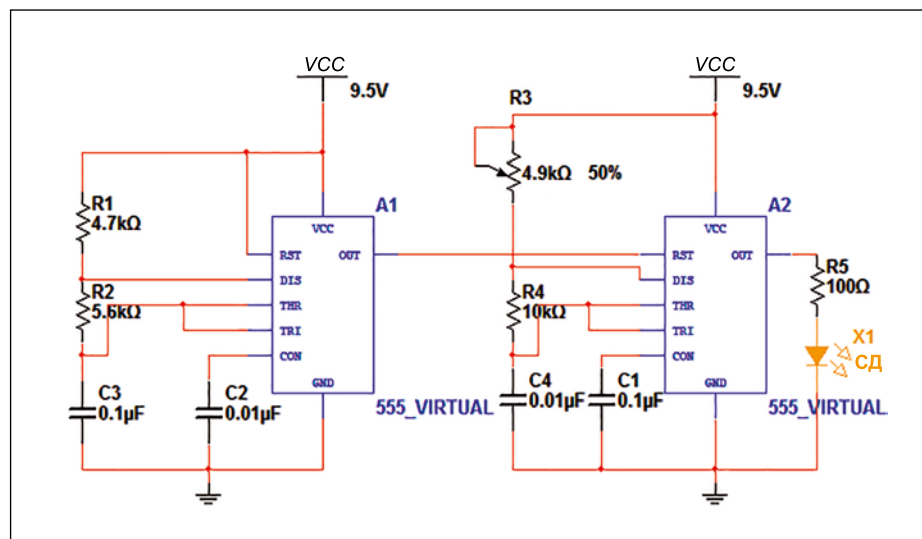


Рис. 2. Схема предлагаемого передатчика системы VLC (VCC – напряжение постоянного тока, OUT – выход, GND – земля)

* Перевод с англ. Е. И. Розовского

В [10] было реализовано основанное на использовании солнечной панели устройство для приёма оптической энергии и передаваемых видимым светом сигналов при скорости передачи данных 3 кбит/с и не превышающем 40 см расстоянии между передатчиком и приёмником. В [10] было также рассмотрено влияние солнечного света. Однако дальность связи в этой работе составляла всего 40 см, что не подходит для практического применения. В этом устройстве учтены только помехи, создаваемые солнечным светом, а помехи, создаваемые люминесцентными лампами, во внимание не принимались.

В [11] было проведено экспериментальное исследование солнечных панелей, предназначенных для средств связи и аккумуляции энергии. Использование амплитудной манипуляции позволило получить равные, соответственно, 1 Мбит/с и 39 см скорость передачи данных и дальность связи. При использовании мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов, на этом же расстоянии удалось обеспечить равную 7,01 Мбит/с скорость передачи данных. Однако дальность связи, достигнутая в этой основанной на использовании амплитудной манипуляции системе, составляла всего 39 см, а этого недостаточно для практического применения. Помимо амплитудной манипуляции, в этой системе использовались конденсатор для фильтрации постоянной составляющей тока и обычный фильтр нижних частот для фильтрации помех. Использование фильтра нижних частот не позволяет полностью подавить помехи, создаваемые внешней засветкой.

В [12] была проиллюстрирована передача аудиосигнала системой *VLC*, в которой использовалась солнечная панель. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что СД излучает слабо расходящийся пучок. В этой работе была достигнута равная 35 см дальность связи, чего явно недостаточно.

В [13] был предложен и испытан приёмник системы *VLC*, обеспечивающий подавление помех, создаваемых внешней засветкой, благодаря использованию амплитудной манипуляции. Этот приёмник содержал фотодиод, и достигнутая дальность связи составила 1 м. Однако фотодиод можно заменить на экологически безопас-

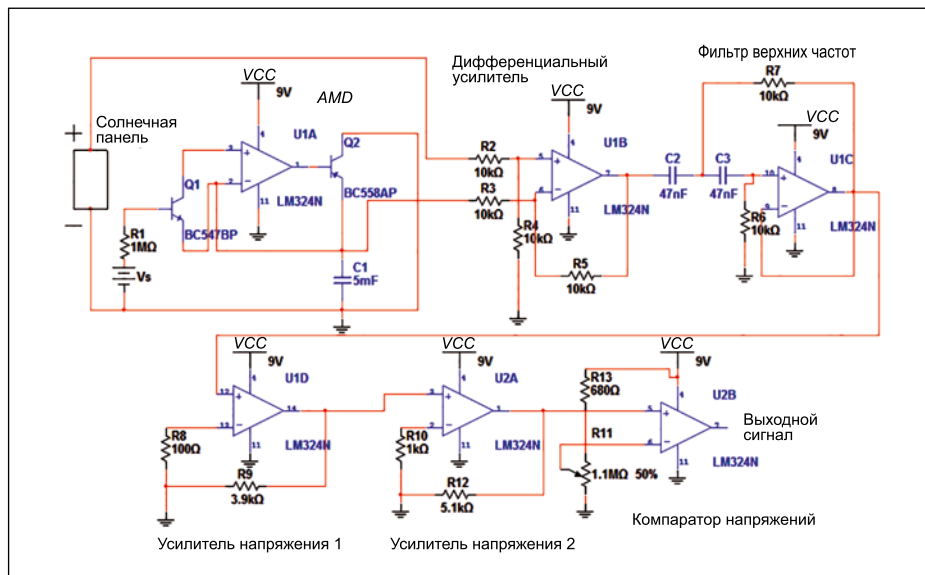
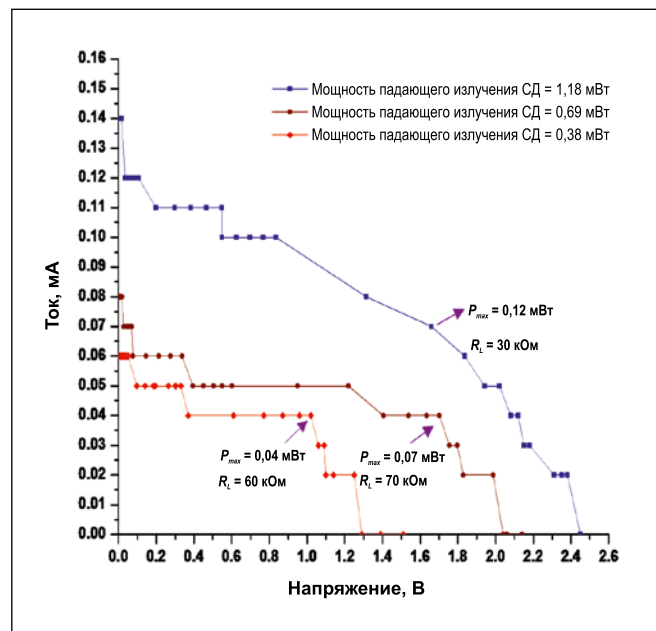


Рис. 3. Схема приёмника. Солнечная панель, адаптивный детектор минимального напряжения, дифференциальный усилитель, фильтр верхних частот Саллена-Ки, усилители напряжения и компаратор напряжения соединены последовательно (*VCC* – напряжение постоянного тока, *AMD* – адаптивный детектор минимального напряжения)

Рис. 4. Вольт-амперные характеристики солнечной панели при разных значениях оптической мощности падающего излучения белого СД



ную солнечную панель, а затем проверить работу системы применительно к той же самой схеме приёмника при наличии помех, создаваемых внешней засветкой.

В данной работе описан недорогой экспериментальный вариант системы *VLC*, обеспечивающей скорость передачи данных 5,78 кбит/с и дальность связи 1,10 м, с передатчиком, в котором использованы амплитудная манипуляция, и приёмником, в котором использована солнечная панель. При проектировании приёмника учтены помехи, создаваемые в помещениях отражённым солнечным светом

и светом люминесцентных ламп, что позволило улучшить воспроизведение сигнала. Анализ работы предлагаемой системы был проведён применительно к выходному напряжению солнечной панели для разных дальностей связи и разных значений оптической мощности, попадающей на солнечную панель.

2. Описание предлагаемой системы *VLC*, использующей приёмник на солнечной панели

В принципе, система *VLC* состоит из двух основных частей: передатчи-

Рис. 5. Ватт-амперные характеристики солнечной панели при разных значениях оптической мощности падающего излучения белого СД

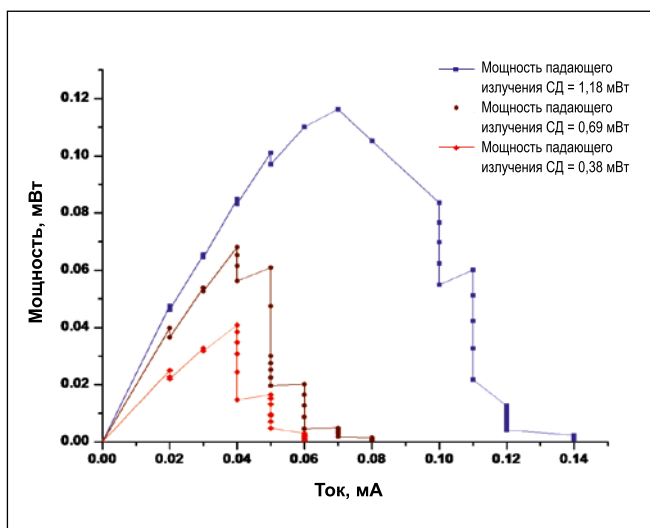


Рис. 6. Частотные характеристики солнечной панели при разных значениях напряжения на белом СД

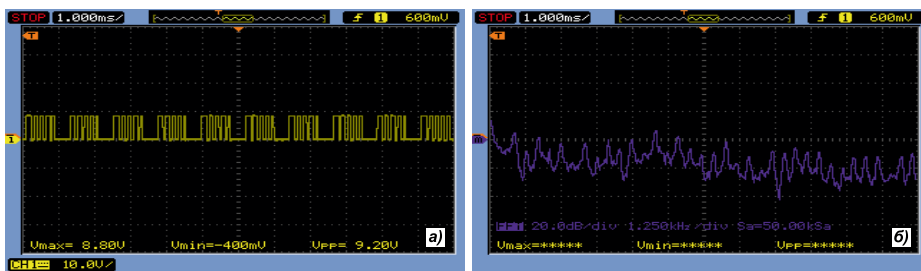
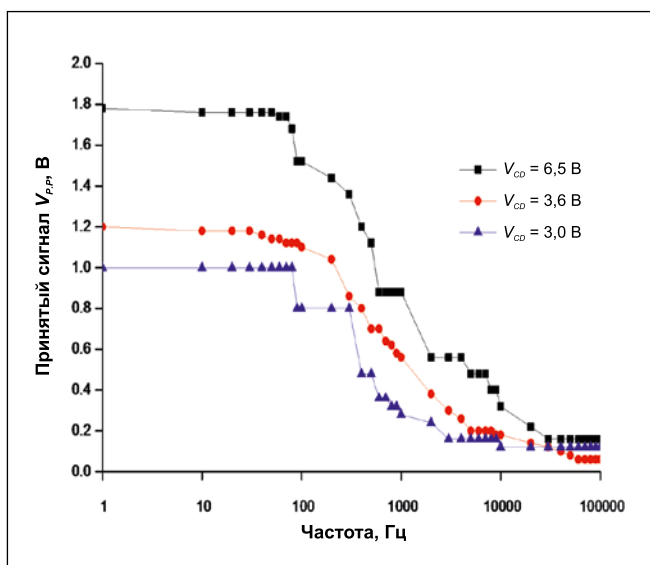


Рис. 7. Форма (а) и спектр (б) переданного входного сигнала

ка и приёмника. Между передатчиком и приёмником расположен канал связи прямой видимости. На рис. 1 приведена блок-схема предлагаемой системы VLC, в приёмнике которой используются солнечная панель и устройства для уменьшения помех, создаваемых внешней засветкой.

2.1. Передатчик

Для передатчика был выбран имеющийся в продаже мощный белый

СД, цветовая температура которого была безопасна и приятна для глаз человека. Сила света в направлении угла ϕ описывается выражением:

$$I(\phi) = I(0) \cos^m(\phi), \quad (1)$$

где m – порядок косинусного распределения излучения, который связан с половиной угла излучения СД на уровне половинной мощности $\phi_{1/2}$ выражением:

$$m = \frac{-\ln 2}{\ln(\cos \phi_{1/2})}. \quad (2)$$

Горизонтальная освещённость в точке (x, y) описывается выражением:

$$E_{hor} = I(0) \cdot \cos^m(\phi) / d^2 \cdot \cos(\psi), \quad (3)$$

где $I(0)$ – центральная сила света СД, ϕ – угол излучения, ψ – угол падения, d – расстояние между передатчиком и приёмником.

Использовался источник света мощностью 1 Вт с углом излучения 90° , прямым током 0,35 А, рассеиваемой мощностью 1,6 Вт и световым потоком 80 лм. Модуляция излучения СД осуществлялась посредством амплитудной манипуляции. Для улучшения дальности связи в передатчике имелся отражатель. Принципиальная схема предлагаемого передатчика системы VLC приведена на рис. 2.

2.2 Канал прямой видимости

В данной работе считается, что между передатчиком и приёмником расположен атмосферный канал. Усиление канала прямой видимости по постоянной составляющей описывается выражением:

$$H(0) = \begin{cases} \frac{A \cdot (m+1)}{2 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot \cos^m(\theta) \times \\ \times \cos(\psi), 0 \leq \psi \leq \psi_c \\ 0, \psi > \psi_c \end{cases}, \quad (4)$$

где d – расстояние между передатчиком и приёмником, ψ – угол падения относительно оси приёмника, ψ_c – поле зрения приёмника.

Мощность падающего на приёмник излучения описывается выражением:

$$p_r = H(0) \cdot p_t, \quad (5)$$

где $H(0)$ – усиление канала по постоянной составляющей, p_t – оптическая мощность, излучаемая СД.

2.3. Приёмник

В принципе, приёмник состоит из следующих основных частей: солнечной панели и устройств, осуществляющих преобразование сигналов (рис. 3). Солнечные панели предназ-

начены, в первую очередь, для преобразования излучаемой солнцем оптической энергии. С другой стороны, солнечные панели можно использовать и для приёма оптических сигналов, передаваемых СД. В этом случае преобразующий энергию приёмник системы VLC не содержит ни фотодиод, ни систему электропитания. В данной работе использовалась поликристаллическая кремниевая фотоэлектрическая солнечная панель размером $250 \times 145 \times 15$ мм с КПД 10 %, которая была выбрана потому, что она является экономически выгодной и требует меньше места по сравнению с монокристаллической фотоэлектрической панелью. На выходе солнечной панели формируется слабый сигнал, в котором присутствуют многочисленные фоновые помехи, создаваемые внешней засветкой, а обеспечиваемая при этом дальность беспроводной связи оставляет желать лучшего. Поэтому важной частью нашей системы VLC является схема подавления помех, создаваемых внешней засветкой. Вначале солнечная панель приёмника преобразует оптический сигнал в электрический. Для обнаружения минимального напряжения, генерируемого внешней засветкой, используется адаптивный детектор минимального напряжения (*adaptive minimum voltage detector*). Для устранения этого минимального напряжения служит дифференциальный усилитель. Однако на этом этапе помехи, создаваемые внешней засветкой, устраняются не полностью. Поэтому был применён фильтр верхних частот Саллена-Ки с частотой среза 300 Гц, который обеспечил отсечку помех, создаваемых внешней засветкой. Для усиления амплитуды сигнала до требуемой величины используется двухкаскадный усилитель напряжения. И наконец, компаратор напряжения преобразует усиленный сигнал в цифровую форму. В результате, на стороне приёмника обеспечивается восстановление переданного сигнала.

2.3. Характеристики солнечной панели

Использовалась поликристаллическая кремниевая фотоэлектрическая солнечная панель размером $250 \times 145 \times 15$ мм с КПД 10 %. На рис. 4 приведены вольт-амперные характе-

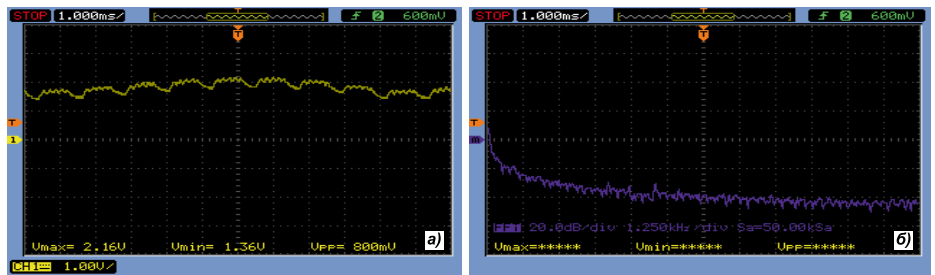


Рис. 8. Форма (а) и спектр (б) выходного сигнала солнечной панели

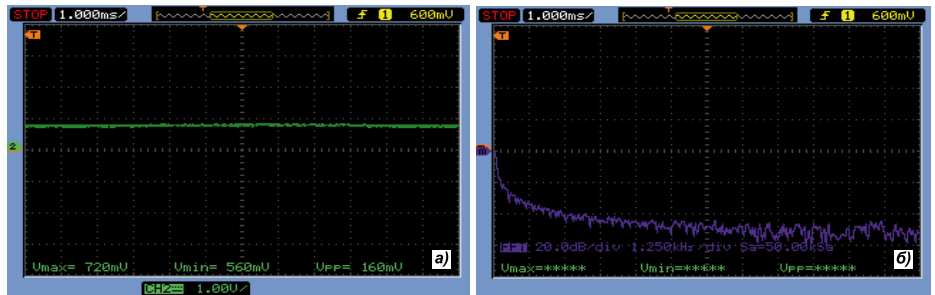


Рис. 9. Форма (а) и спектр (б) выходного сигнала, обусловленного солнечным светом

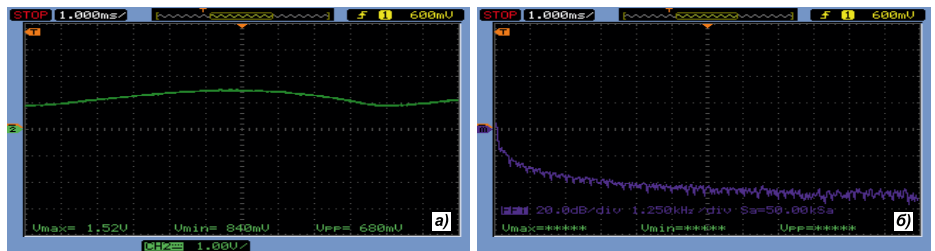


Рис. 10. Форма (а) и спектр (б) выходного сигнала, обусловленного солнечным светом и светом люминесцентных ламп

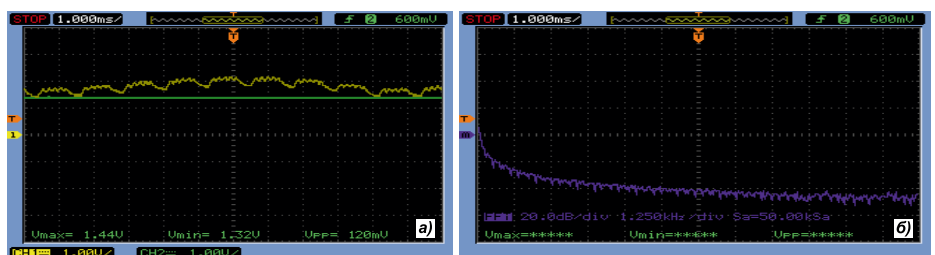


Рис. 11. Форма (а) и спектр (б) сигнала на выходе адаптивного детектора минимального напряжения

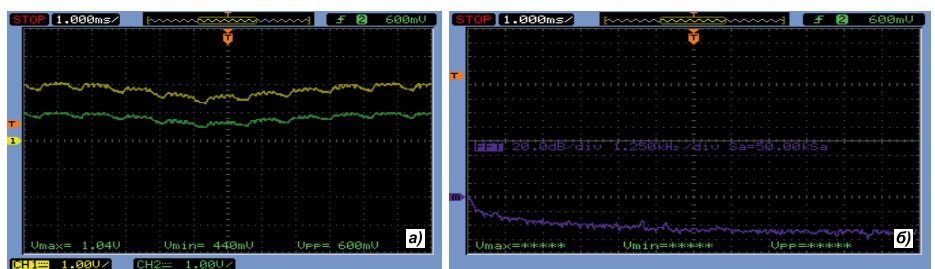


Рис. 12. Форма (а) и спектр (б) сигнала на выходе дифференциального усилителя

ристики этой солнечной панели при разных значениях оптической мощности, поступающей от белого СД. Приведённые на рис. 5 значения электрической мощности солнечной панели

были получены умножением тока на напряжение. В первом случае поступающая оптическая мощность равна 0,38 мВт, а максимальная электрическая мощность, генерируемая солнеч-

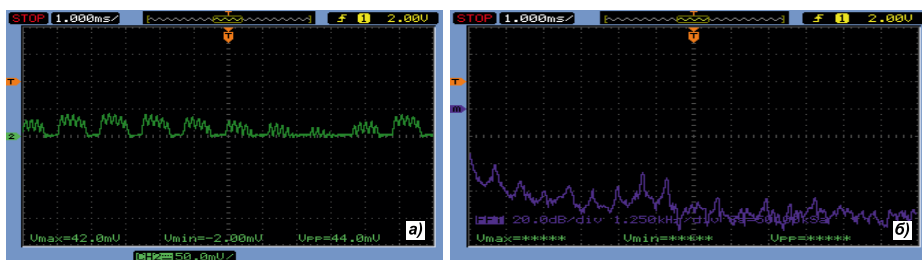


Рис. 13. Форма (а) и спектр (б) сигнала на выходе фильтра верхних частот

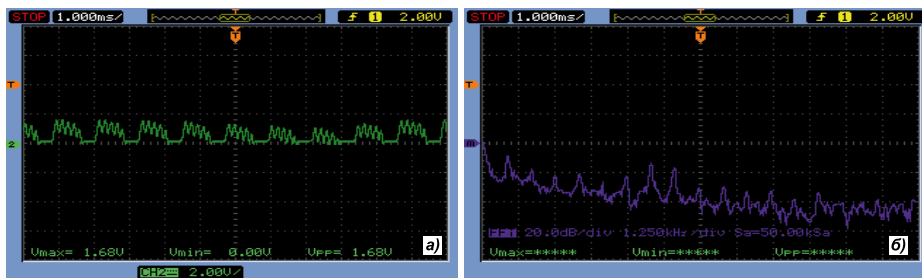


Рис. 14. Форма (а) и спектр (б) сигнала на выходе первого каскада усилителя напряжения

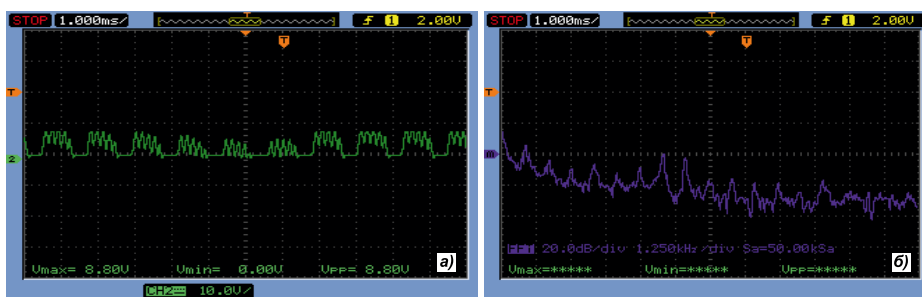


Рис. 15. Форма (а) и спектр (б) сигнала на выходе второго каскада усилителя напряжения

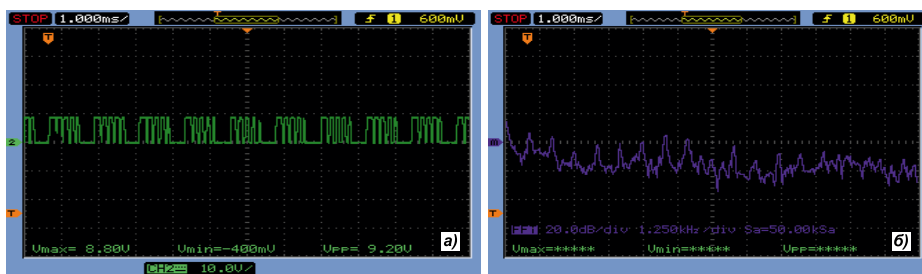


Рис. 16. Форма(а) и спектр (б) сигнала на выходе компаратора напряжения

ной панелью, равна 0,04 мВт при равном 60 кОм сопротивлении нагрузки. Так что КПД преобразования оптической энергии в электрическую оказался равным 9,5 %. Во втором случае оптическая мощность увеличилась до 0,69 мВт, а максимальная электрическая мощность, генерируемая солнечной панелью, возросла до 0,07 мВт при равном 70 кОм сопротивлении нагрузки. КПД преобразования оптической энергии в электрическую оказался равным 9,8 %. В третьем случае поступающая оптическая мощность стала равной 1,22 мВт, а максимальная электрическая мощность, генерируемая солнечной панелью, возросла

до 0,12 мВт при равном 30 кОм сопротивлении нагрузки. КПД преобразования оптической энергии в электрическую оказался равным 9,83 %.

На рис. 6 приведены частотные характеристики солнечной панели при разных значениях напряжения на белом СД². На рисунке видно, что максимально достижимая ширина полосы пропускания солнечной панели равна 10 кГц и что солнечная панель может принимать даже сигналы низкой частоты.

² Приведённые на рис. 6 значения напряжения на СД (3,0; 3,8 и 6,5 В) вызывают удивление, т.к. напряжение на СД – величина относительно постоянная, а его мощность регулируется величиной протекающего через СД тока. – Прим. пер.

3. Эксперименты и результаты

Предлагаемая система *VLC* состоит из передатчика, беспроводного оптического канала и приёмника, в состав которого входит солнечная панель. Основной проблемой, отрицательно сказывающейся на работе системы передачи данных, являются помехи, создаваемые внешней засветкой солнечным светом и светом люминесцентных ламп. Поэтому для уменьшения помех была применена схема подавления помех. В результате, переданный сигнал восстанавливается приёмником с пониженным уровнем помех. Эксперименты проводились в лаборатории радиоэлектроники университета им. Б.С. Абдур Рахмана, так что исследованную систему *VLC* можно было считать комнатной. Эксперименты проводились при равной 5,78 Кбит/с скорости передачи данных и равном 1,10 м расстоянии между передатчиком и приёмником.

Исследованная экспериментально система *VLC* включала в себя передатчик, который при помощи белого СД осуществлял передачу сигнала с амплитудной манипуляцией, преобразуя электрический сигнал в модулированный по интенсивности оптический сигнал. На рис. 7 приведены форма и спектр преобразуемого электрического сигнала. Оптический сигнал передаётся по атмосферному каналу и принимается солнечной панелью. На рис. 8 приведены форма и спектр выходного сигнала солнечной панели. Выходной сигнал солнечной панели включает в себя результаты воздействия внешней засветки. В предлагаемой нами системе *VLC* источниками помех служат отражённый солнечный свет и свет люминесцентных ламп, работающих с обычными ПРА. Отражённый солнечный свет приводит к формированию в солнечной панели сильного постоянного тока. На рис. 9 приведены форма и спектр выходного сигнала, обусловленного отражённым солнечным светом, попадающим в помещение, в котором проводились эксперименты. На рис. 10 приведены форма и спектр выходного

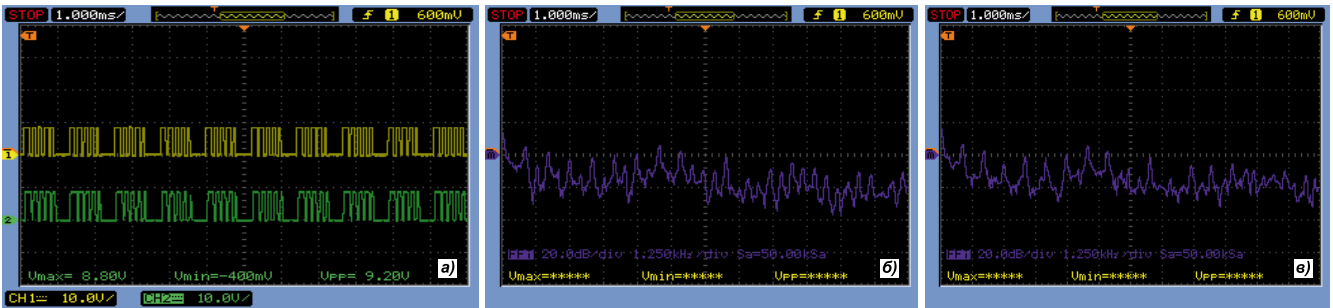


Рис. 17. Формы сигнала на входе передатчика и сигнала на выходе приёмника (а) и спектры сигнала на входе передатчика (б) и сигнала на выходе приёмника (в)

сигнала, обусловленного отражённым солнечным и светом люминесцентных ламп. Выпрямленный синусоидальный сигнал соответствует свету люминесцентных ламп, работающих с обычными ПРА.

Для отслеживания минимального напряжения сигнала, обусловленного воздействием внешней зачатки, используется адаптивный детектор минимального напряжения. На рис. 11 приведены форма и спектр сигнала на выходе адаптивного детектора минимального напряжения. Для уменьшения этого минимального напряжения используется дифференциальный усилитель. На рис. 12 приведены форма и спектр сигнала на выходе дифференциального усилителя. Так как эти меры не приводят к полному подавлению воздействия внешней зачатки, то для дальнейшего подавления помех используется фильтр верхних частот Саллена-Ки. На рис. 13 приведены форма и спектр сигнала на выходе фильтра верхних частот. Для преобразования слабого сигнала в сигнал достаточно большой амплитуды используется двухкаскадный усилитель напряжения. На рис. 14 и 15 приведены формы и спектры сигналов на выходе, соответственно, первого и второго каскадов этого усилителя. Усиленный сигнал преобразуется в цифровой сигнал при помощи компаратора напряжения. На рис. 16 приведены форма и спектр сигнала на выходе компаратора напряжения. В результате, приёмник восстанавливает переданный сигнал. На рис. 17 приведены формы и спектры сигнала на входе передатчика и сигнала на выходе приёмника. На рис. 18 показан испытательный стенд с предлагаемой системой VLC, а на рис. 19 приведена зависимость выходного напряжения солнечной панели от расстояния между передатчиком и приёмником

Рис. 18. Испытательный стенд с предлагаемой системой VLC, в которой в качестве приёмника используется солнечная панель

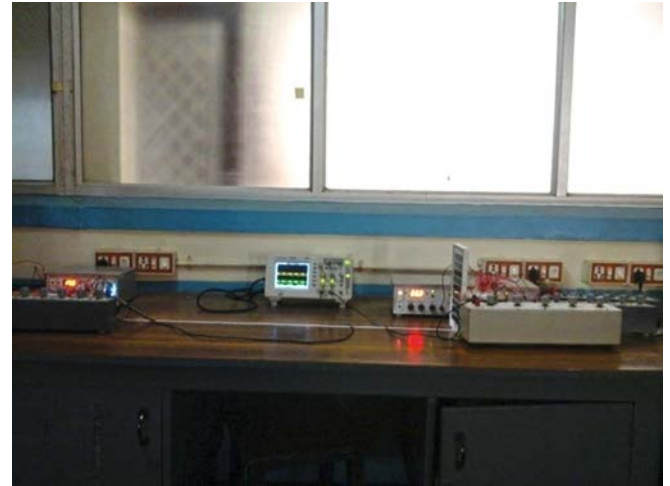
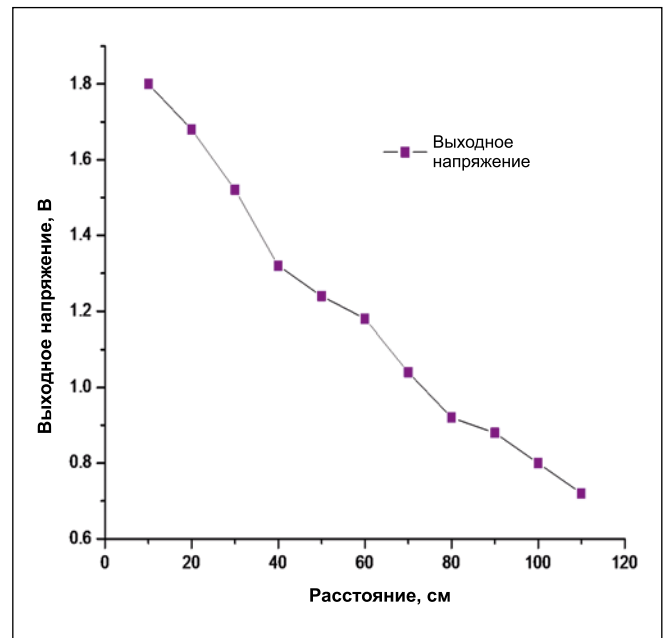


Рис. 19. Зависимость выходного напряжения солнечной панели от расстояния между передатчиком и приёмником



ду передатчиком и приёмником при изменении последнего в пределах до 1,10 м. Как следует из рис. 19, напряжение на выходе приёмника уменьшается обратно пропорционально увеличению расстояния между передатчиком и приёмником. Максимальная дальность связи, которую можно обеспечить в случае предлагаемой системы VLC равна 1,10 м.

На рис. 20 приведена зависимость мощности оптического излучения, попадающего на солнечную панель, от расстояния между передатчиком и приёмником при изменении последнего в пределах до 1,10 м. На рис. 20 видно, что при увеличении расстояния между передатчиком и приёмником мощность принятого излучения СД уменьшается.

Рис. 20. Зависимость мощности оптического излучения, попадающего на солнечную панель, от расстояния между передатчиком и приёмником

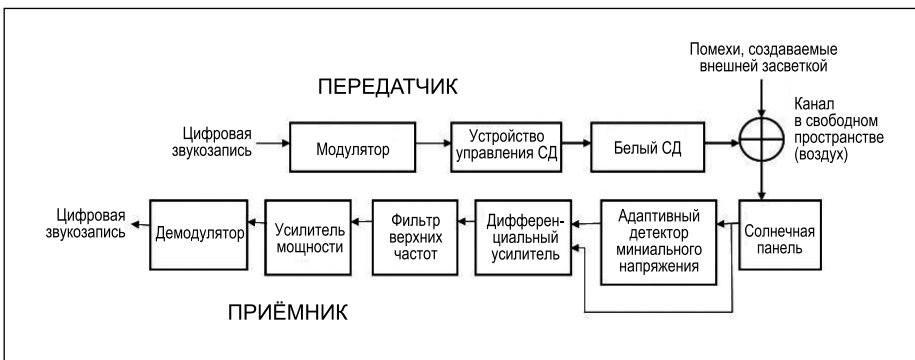
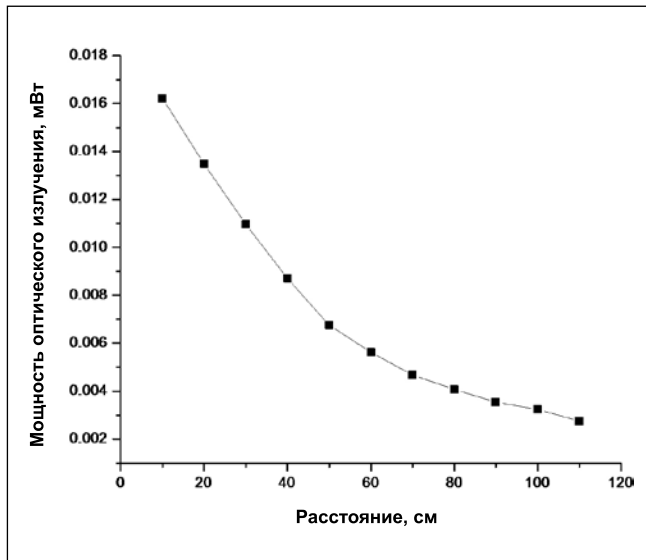
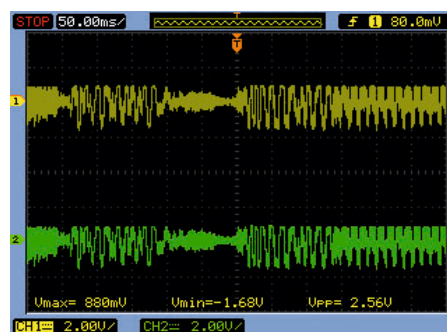


Рис. 21. Модифицированная для передачи аудиосигналов блок-схема предлагаемой системы VLC, в которой в качестве приёмника используется с солнечная панель

Рис. 22. Испытательный стенд с предлагаемой системой VLC для передачи аудиосигналов



Рис. 23. Записанные формы переданных и принятых музыкальных сигналов



4. Передача аудиосигналов системой VLC

На рис. 21 приведена модифицированная для передачи аудиосигналов блок-схема предлагаемой системы VLC, в которой в качестве приёмника используется солнечная панель.

Эта система передачи аудиосигналов состоит из передатчика, атмосферного канала и приёмника. Передатчик включает в себя стандартный 3,5-мм аудиоразъём, обеспечивающий поступление аудиосигнала MP3 от портативного компьютера, и транзистор TIP31, который служит для обеспечения передачи аудиосигнала белым СД мощностью 1 Вт, питающегося от источника питания постоянного тока с напряжением 9 В. При помощи белого СД передатчик преобразует электрические аудиосигналы в импульсы света. Сигнал проходит по атмосферному каналу и принимается солнечной панелью. Сигнал на выходе солнечной панели имеет очень малую амплитуду, а на его качество отрицательно влияют помехи, создаваемые внешней засветкой солнечным светом и светом люминесцентных ламп с обычными ПРА. В предлагаемой системе для передачи аудиосигналов используется та же схема подавления создаваемых внешней засветкой помех, которая использовалась в описанной выше системе VLC. Для отслеживания минимального напряжения сигнала, обусловленного воздействием внешней засветки, используется адаптивный детектор минимального напряжения, а для удаления этого минимального напряжения используется дифференциальный усилитель.

Однако эти меры не приводят к полному подавлению воздействия внешней засветки, и для дальнейшего подавления помех используется фильтр верхних частот Саллена-Ки с равной примерно 300 Гц частотой среза. Сигнал с уменьшенным уровнем помех оказывается очень слабым. Поэтому его усиливают, и в результате приёмник восстанавливает переданный музыкальный сигнал. При этом удалось достичь равного 0,40 м расстояния между передатчиком и приёмником.

5. Выводы

Разработана система VLC, в которой в качестве приёмника исполь-

зается солнечная панель и которая обеспечивает подавление помех, создаваемых внешней засветкой. Применительно к передаче двоичных данных были обеспечены равная 5,78 кбит/с скорость передачи данных и равное 1,10 м расстояние между передатчиком и приёмником. Успешно обеспечив передачу и приём данных, мы использовали эту же схему подавления создаваемых внешней засветкой помех и в приёмнике системы передачи музыкальных файлов MP3, получив при этом равное 0,40 м расстояние между передатчиком и приёмником. В результате, благодаря использованию солнечной панели была реализована экологически безопасная система передачи данных видимым светом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Shinichiro Haruyama*. Advances in Visible Light Communication Technologies//ECOC Technical Digest, 2012.
2. *Cheong, Y., Weing, X., Youn Chung, W.* Hazardless Biomedical Sensing Data Transmission Using VLC// IEEE Sensors Journal. – 2013. – Vol. 13. – P. 3347–3348.
3. *Rust, C., Asada, H.H.* A dual-use visible light approach to integrated communication and localization of underwater robots with application to non-destructive nuclear reactor inspection//IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA), 14–18 May 2012, P. 2445–2450.
4. *Yoo, J., Lee, R., Oh, J., Seo, H., Kim, J., Kim, H., Yoon Jung, S.* Demonstration of Vehicular Visible Light Communication Based on LED Headlamp// Int. Conf. on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2–5 July 2013, P. 465–467.
5. *Chow, C.W., Yeh, C.H., Liu, Y.F., Huang, P.Y.* Mitigation of Optical Background Noise in Light-Emitting Diode (LED) Optical Wireless Communication Systems// IEEE Photonics Journal. – 2013. – Vol. 5, No. 1.
6. *Chow, C.W., Yeh, C.H., Liu, Y.F., Huang, P.Y.* Background Optical Noises Circumvention in LED Optical Wireless Systems Using OFDM// IEEE Photonics Journal. – 2013. – Vol.5, No. 4.
7. *Nazmi Mohamed, A., Asmaa Aly, M., Ahmed, K., Aboul Seoud, Moustafa Aly, H.* Indoor wireless optical communication systems: effect of ambient noise// Optical Engineering. – 2014. – Vol. 53, No. 5.
8. *Cailean, A., Cagneau, B., Chassagne, L., Popa, V., Dimian, M.* Evaluation

of the noise effects on Visible Light Communications using Manchester and Miller coding//12th Int. Conf. on Development and Application Systems. 2014, May 15–17, Romania.

9. *Chang, C., Su, Y., Kurokawa, U., Ichoi, B.* Interference Rejection Using Filter-Based Sensor Array in VLC Systems// IEEE Sensors Journal. – 2012. – Vol. 12, No. 5. – P. 1025–1032.

10. *Kim, S., Won, J., Nahm, S.* Simultaneous reception of solar power and visible light communication using a solar cell//Optical Engineering. – 2014 – Vol. 53, No 4.

11. *Wang, Z., Tsonev, D., Videv, S., Haas, H.* On the Design of a Solar-panel Receiver for Optical Wireless Communications with Simultaneous Energy Harvesting// IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2015. – Vol. 33, No.8.

12. *Syuhaimi Ab-Rahman, M., Al-Hakim Azizan, L., Ramza, H., Musa, Z.* The Comparison of Experimental and Analytical Study of the Gaussian Intensity Distribution for Light Emitting Diodes Beam// Journal of Computer Science. 2012. – Vol.8, No.6. – P. 913–919.

13. *Zhao, Z., Vongkulbhisal, J.* Design of Visible Light Communication Receiver for On-Off Keying Modulation by Adaptive Minimum-Voltage Cancellation// Engineering Journal. – 2013. – Vol.17, No. 10.



Б. Виджаялакшми
(*B. Vijayalakshmi*),

Др. Профессор факультета электроники и связи Университета им. Б.С. Абдур Рахмана, Ченнаи, Индия. Область научных интересов:

обработка изображений, передача данных видимым светом, анализ восприятия изображений, формирование трёхмерных сцен. Автор более чем 24-х научных работ



К. Сундхубала
(*K. Sindhubala*),

М. Сс. Место работы – факультет электроники и связи Университета им. Б.С. Абдур Рахмана, Ченнаи, Индия. Область научных интересов:

передача данных видимым светом. Автор более чем 5 научных работ

Сверхмощные светильники со светодиодами «Росэлектроника» будут протестированы нефтяниками

Уличные светильники мощностью 500 Вт, разработанные Объединённым холдингом «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех», пройдут эксплуатационные испытания на площадках томской компании «Газпромнефть-Восток».



Приборы предназначены для освещения специальных и крупных площадей, таких как складские помещения, самолётные ангары, судовые верфи, сборочные самолетостроительные цеха и другие территории с высотой потолков выше 20 м. Ожидается, что испытания завершатся в августе

Световой поток светильника «Росэлектроника» составляет 55 тыс. лм. Корпус светильника получается методом экструзии, путём продавливания вязкого материала через формующее отверстие. Оригинальная форма предотвращает налипание снега, оседание пыли, что обеспечивает стабильный коэффициент теплопередачи.

Светильники разработаны НИИ полупроводниковых приборов (НИИПП), входящим в холдинг «Росэлектроника», на основе ранее созданной серии осветительного оборудования *SLED STREET* с диапазонами мощности 40–150 Вт и световым потоком 4–15 тыс. лм. Единый для всей серии корпус демонстрирует уникальное соотношение светового потока и массогабаритных показателей.

В изделиях разной мощности серии *SLED STREET* световой поток формируется разными способами. Так, в светильниках мощностью 40–100 Вт задействованы отражатели из многослойного алюминия, аналогичного материалам, используемым в современных автомобилях для формирования головного света. При этом коэффициент отражения – 98,5 %. Конструкция светового модуля светильников позволяет обеспечивать равномерное освещение при расположении опор освещения с шагом свыше 30 м.

Световой поток светильников большей мощности – 150 и 500 Вт – с широким светораспределением – формируется за счёт применения в качестве излучателей светодиодов с направленным излучением.

www.lightrussia.ru
10.05.2017