

УДК 621.397.4

**Н.И. Мищенко, А.К. Мовчан, В.В. Капустин,
Е.С. Чалдина, Ю.П. Акулиничев, В.Г. Божков**

Блок управления активно-импульсных телевизионных систем

Рассмотрены принципы действия активно-импульсных телевизионных систем, применяемых в роботизированных комплексах, дистанционно управляемых или автономных беспилотных аппаратах. Приводится структура устройства управления режимами работы, позволяющая в результате сканирования зоны наблюдения по дальности увеличить глубину дальности видимости и эффективность работы систем в различных условиях окружающей среды.

Ключевые слова: телевизионная система, обнаружение, измерение, дальность, информативные параметры.

doi: 10.21293/1818-0442-2020-23-4-16-20

В настоящее время активно-импульсные телевизионные системы (АИТВС) применяются в автоматизированных контрольно-измерительных устройствах, дистанционно управляемых и беспилотных аппаратах, роботизированных комплексах машинного зрения, видеонаблюдения, охраны и других средствах обеспечения безопасности объектов и жизнедеятельности людей [1, 2]. В зависимости от назначения АИТВС используются в космических, воздушных, наземных, подземных, надводных и подводных условиях окружающей среды. По применению и виду формируемых видеоданных телевизионные системы могут быть информационными, контрольно-измерительными или управляющими и выполнять обнаружение, определение параметров, распознавание, идентификацию объектов, обработку видеoinформации и формирование команд управления аппаратами и комплексами [3, 4].

Наиболее эффективным является использование телевизионных систем в роботизированных автоматических комплексах и автономных беспилотных аппаратах. Для автономного управления АИТВС получают и обрабатывают сигналы и видеoinформацию от объектов, находящихся в поле зрения систем, распознают объекты интереса и передают информацию на исполнительные устройства автоматических комплексов или беспилотных аппаратов.

Режимы работы систем

Эффективность работы АИТВС зависит от условий наблюдения. При работе в различных сложных условиях системы должны обладать высоким диапазоном регулирования освещенности и чувствительности приемников и преобразователей оптических излучений в сигнал. Для адаптации к изменениям окружающей среды в блоке управления выполняется ручное или автоматическое изменение режимов работы систем. В зависимости от назначения и условий наблюдения применяются пассивный, активный непрерывный или активно-импульсный стробируемый режимы работы АИТВС.

Пассивный режим работы АИТВС без подсветки объектов активно-импульсным излучением применяется при нормальных, естественных уровнях освещенности поля зрения систем, позволяющих получить высокое качество наблюдаемых изображе-

ний, достоверность обнаружения, распознавания и точность измерения информативных параметров объектов.

Активный непрерывный режим работы АИТВС с подсветкой объектов наблюдения импульсным излучением применяется при низкой яркости объектов, не позволяющих обеспечить необходимое качество изображений [5].

В сложных условиях окружающей среды применяется стробируемый активно-импульсный режим работы, в котором выполняется подсветка поля зрения АИТВС импульсным излучением и временная селекция принимаемых сигналов излучения, отраженных от объектов. Для подсветки объектов применяются лазерные полупроводниковые излучатели или светодиоды со спектром, совпадающим с полосой пропускания окружающей среды и спектральной чувствительностью приемников излучения. Селекция и стробирование принятых сигналов выполняются приемниками на основе электронно-оптических преобразователей (ЭОП) или видеокамер, снабженных затвором, который открывается синхронно с посылкой импульсов излучения. Затвор открывается на время длительности импульса стробирования с задержкой, зависящей от дальности до объекта.

Если временная задержка равна времени прохождения излучения до объекта и обратно, то выполняются прием и селекция сигнала только от объекта интереса и окружающей его зоны наблюдения по дальности.

Глубина зоны наблюдения зависит от длительности импульсов стробирования, а дальность до объекта определяется величиной временной задержки импульсов стробирования относительно импульсов излучения. При уменьшении длительности импульсов стробирования повышаются разрешающая способность систем, точность измерения параметров, достоверность распознавания и идентификации объектов, но уменьшается глубина дальности видимости АИТВС. Для увеличения глубины дальности видимости системы применяются ручное или автоматическое изменение задержки импульсов стробирования и согласованный с ним прием сигналов излучения от объектов, находящихся в сканируемой по дальности зоне наблюдения [6, 7].

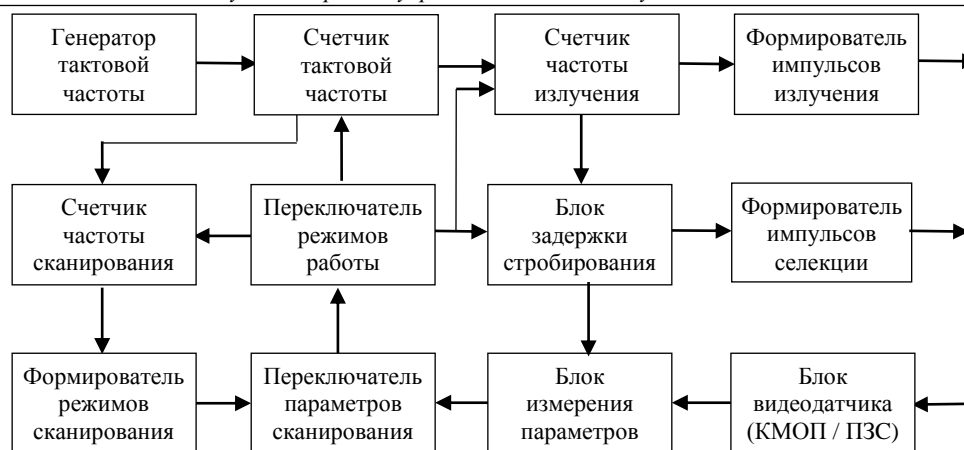


Рис. 1. Структурная схема блока управления

Устройство блока управления

Структурная схема блока управления в ручном или автоматическом режиме работы АИТВС приведена на рис. 1. Генератор тактовой частоты задает максимальную частоту, необходимую для формирования минимальной длительности импульсов излучения подсветки объектов и стробирования принимаемых сигналов. Счетчик тактовой частоты, управляемый переключателем режимов работы системы, изменяет длительность импульсов подсветки, стробирования сигналов, дальность и размеры зон сканирования. Счетчик частоты излучения и формирователь импульсов излучения на логических элементах создают импульсы, управляющие блоком подсветки объектов. Блок задержки стробирования и логические элементы формирователя импульсов селекции сигналов излучения создают импульсы управления электронным затвором приемника сигналов, формирования размеров, глубины дальности видимости и другими параметрами зон наблюдения.

Счетчик частоты сканирования, логические элементы формирователя режима сканирования, переключателя параметров зон сканирования создают импульсы, управляющие скоростью, направлением сканирования и взаимным расположением зон наблюдения по дальности. Блок видеодатчика и блок измерения параметров определяют дальность, регистрируют координаты и другие информативные параметры объектов, находящихся в зонах наблюдения. Переключатель режимов, работающий в ручном или автоматическом режиме управления, изменяет параметры импульсов излучателя подсветки объектов, стробирования принимаемых сигналов и сканирования зон наблюдения по дальности. В автоматическом режиме обнаружение объектов выполняется по заданным уровням яркости объектов в поле зрения системы. После обнаружения объекта система изменяет параметры сканирования.

Блок управления АИТВС можно реализовать аппаратно-программными средствами на цифровых микросхемах средней, высокой или сверхвысокой степени интеграции, на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС), цифровых сигнальных процессорах (ЦСП) или однокристалльных

видеопроцессорах и видеосистемах. Необходимые для синхронизации работы блоков импульсы могут в автономном режиме работы формироваться в блоке управления или в синхронизированном режиме выделяться из сигналов видеокамеры селекторами синхроимпульсов.

В дистанционно-управляемом режиме работы телевизионной системы зона наблюдения может находиться на постоянной заданной дальности. Оператор, изменяя задержку импульсов стробирования, может перемещать зону наблюдения по глубине дальности видимости и совмещать ее с изображением интересующего объекта, наблюдаемого на мониторе. Изображение поля зрения системы, сформированное объективом на фотокатоде и экране ЭОП, передается через согласующую оптику на матрицу видеокамеры и преобразуется в электрический сигнал. В результате обработки сигнала и видеoinформации могут определяться параметры изображения объекта.

В автоматическом режиме работы систем выполняется дискретное периодическое увеличение или уменьшение задержки импульсов стробирования, смещение и сканирование зоны наблюдения по дальности. При появлении объекта в зоне наблюдения производится обнаружение и измерение параметров объекта. Автоматическое сканирование зоны наблюдения по дальности, обработка сигналов и видеoinформации в реальном режиме времени позволяют повысить глубину дальности видимости и быстродействие АИТВС по сравнению с ручным режимом управления. В сложных условиях окружающей среды, при частоте повторения импульсов подсветки 5 000 Гц, длительности импульсов стробирования сигналов 100–120 нс, размерах зон видимости 30–36 м дальность действия системы может достигать 200 м [8].

Автоматическое изменение задержки импульсов стробирования позволяет увеличить глубину дальности видимости АИТВС в соответствии с выбранным числом сканируемых по дальности зон наблюдения [9]. Для приведенных выше параметров системы могут выбираться 4 зоны наблюдения по дальности, расположенные без промежутков и пере-

крытий. Для обнаружения, измерения параметров объектов в реальном режиме времени необходимо увеличивать быстродействие систем. Если время обзора и обнаружения объектов равно периоду кадра, то при выбранном числе сканируемых по дальности зон, равном 4, минимальная частота сканирования зоны, импульсов излучения подсветки и стробирования принимаемых сигналов должна превышать 200 Гц.

В реальных условиях работы АИТВС качество изображений, точность определения дальности и других параметров объектов, находящихся в зоне наблюдения, зависят от прозрачности окружающей среды и используемых излучателей подсветки [10]. Для эффективной работы систем применяются устройства подсветки, выполненные на базе лазерных или светодиодных полупроводниковых излучателей, обладающие малой массой, габаритами, энергопотреблением и значительным сроком службы. Длина волн излучения выбирается в ближней инфракрасной зоне, совпадающей со спектральной чувствительностью приемников сигналов, формирующих изображения объектов [11]. Преимуществами лазерных устройств являются возможность согласования спектра излучения подсветки с максимальной чувствительностью приемников АИТВС, работающих в активно-импульсном стробируемом режиме [12]. Для увеличения средней мощности излучения и дальности действия систем элементарные импульсные светодиодные излучатели объединяются в многоэлементные решетки, работающие в ближней инфракрасной области спектра. Наиболее оправдано использование инфракрасных излучателей с адаптивной регулируемой мощностью излучения, зависящей от дальности действия и поля зрения систем [13].

Дальность действия АИТВС в режимах обзора и обнаружения превышает глубину дальности видимости в режимах распознавания и идентификации объектов интереса. Поэтому в режимах обзора и обнаружения могут применяться увеличенные углы обзора и обнаружения, согласованные с диаграммой направленности излучателей подсветки объектов.

Эффективность АИТВС можно повысить в результате реализации новых принципов работы систем, при которых первичная выборка, считывание и обработка сигналов производятся в реальном времени в процессе преобразования и получения необходимой видеоинформации от объектов интереса. Такой принцип работы систем можно реализовать при использовании приемников излучений на основе многоэлементных матричных комплементарных металл-оксид полупроводниковых (КМОП) преобразователей с произвольным доступом, выборкой светочувствительных элементов, программно-управляемыми развертками и глобальным затвором, работающих синхронно с излучателем подсветки поля зрения системы [6]. Важным преимуществом КМОП-преобразователей является усиление сигналов элементов матрицы, преобразование их в цифровую форму и накопление стробируемых сигналов. Для

повышения производительности КМОП-преобразователей применяются многослойные матрицы с обратной засветкой, глобальным затвором и одновременным считыванием информации со всех светочувствительных элементов, каждый из которых имеет собственный управляемый усилитель сигнала и аналого-цифровой преобразователь. Параллельная работа всех элементов преобразователей обеспечивает высокие скорости выборки и обработки сигналов, позволяет повысить точность определения параметров объектов, уменьшить или избежать искривлений, смазывания изображений и других искажений, которые возникают при последовательном считывании сигналов от быстродвижущихся изображений объектов.

Быстродействие видеокамер зависит от частоты кадров, числа элементов поля зрения или окна сканирования. Координатная адресация КМОП-матриц позволяет обменять уменьшение размеров поля зрения или окна сканирования на увеличение частоты кадров и повышения быстродействия системы. Для современных преобразователей света в сигнал с разрешением 1920×1080 элементов частота кадров может повышаться до 5 кГц, а для разрешения 512×512 элементов – увеличиваться до 32 кГц. Время экспозиции малоразмерных окон сканирования КМОП-матриц может уменьшаться до 2 мкс, а время выборки, стробирования и считывания сигналов элементов – до 100 нс. Для первичной и вторичной обработки видеоинформации требуются быстродействующие цифровые, аппаратно-программные средства и вычислительные ресурсы. Обработка большого объема видеоинформации в реальном масштабе времени может выполняться с помощью высокоскоростных ПЛИС.

В состав АИТВС, созданных на основе КМОП-матриц, могут входить оперативные и постоянные запоминающие устройства, позволяющие при помощи интерфейса управлять или задавать режимы работы ПЛИС и видеопроцессора, размеры поля зрения, окна сканирования, время считывания, накопления сигналов и другие параметры системы при изменениях в окружающей среде.

Таким образом, развитие технологии КМОП-матриц и средств цифровой обработки сигналов и видеоинформации позволяет создать видеокамеры и видеосистемы на кристалле [14, 15]. Выполнение функций выборки, считывания, преобразования сигнала и обработки видеоинформации на одном кристалле с непосредственным выходом на быстродействующие цифровые средства формирования видеоданных и команд управления повышает эффективность АИТВС, применяемых в различных условиях окружающей среды.

Заключение

Применение современных КМОП-технологий преобразования света в сигнал и матричных приемников излучений с произвольным доступом, выборкой светочувствительных элементов и управляемым считыванием стробируемых сигналов позволяет создать принципиально новые активно-импульсные

телевизионные системы, эффективно работающие в различных условиях окружающей среды.

Предлагаемые принципы действия, режимы работы и устройства управления АИТВС могут увеличить глубину дальности видимости систем пропорционально количеству зон наблюдения, сканируемых по дальности.

Использование КМОП-преобразователей сигналов с произвольным доступом и выборкой светочувствительных элементов, обработка видеoinформации на основе современных интегральных схем и систем на кристалле повысят эффективность АИТВС, применяемых в автоматизированных контрольно-измерительных и управляющих устройствах, роботизированных автономных и беспилотных аппаратах и комплексах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по научному проекту № 19-37-90141.

Литература

1. Гейхман И.Л. Видение и безопасность / И.Л. Гейхман, В.Г. Волков. – М.: РАЕН, 2009. – 840 с.
2. Сагдуллаев Ю.С. Обработка и селекция сигналов телеметрической информации космических аппаратов в телевизионных изображениях / Ю.С. Сагдуллаев, А.И. Смирнов // Авиакосмическое приборостроение. – 2016. – № 7. – С. 25–33.
3. Умбиталиев А.А. Теория и практика космического телевидения / под ред. А.А. Умбиталиева, А.К. Цыцулина. – СПб.: НИИ телевидения, 2017. – 368 с.
4. Информационно-измерительные системы телевидения / Ю.С. Сагдуллаев, С.Д. Ковин, Т.Ю. Сагдуллаев, А.И. Смирнова. – М.: Спутник+, 2013. – 199 с.
5. Мищенко Н.И. Методы и средства повышения эффективности активно-импульсных телевизионно-вычислительных систем наблюдения / Н.И. Мищенко, И.Н. Пустынский // Доклады ТУСУР. – 2014. – № 3 (33). – С. 47–52.
6. Мищенко Н.И. Методы и средства повышения эффективности активно-импульсных телевизионно-вычислительных систем мониторинга и обеспечения безопасности объектов / Н.И. Мищенко, И.Н. Пустынский, В.В. Капустин // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 3 – С. 42–46.
7. Kapustin V.V., Movchan A.K., Zaytseva E.V., Kuryachy M.I. Active pulse television measuring systems for ensuring navigation of transport means in heavy weather conditions // Transportation systems and technology. – 2018. – Т. 4, № 1. – P. 068–083.
8. Кирпиченко Ю.Р. Видеоинформационные системы наблюдения и контроля при сложных условиях видимости / Ю.Р. Кирпиченко, М.И. Курячий, И.Н. Пустынский // Доклады ТУСУР. – 2012. – № 2 (26), ч. 1. – С. 105–110.
9. Мищенко Н.И. Возможные пути улучшения технических характеристик телевизионных измерительных систем / Н.И. Мищенко // Доклады ТУСУР. – 2008. – № 2 (18), ч. 2. – С. 40–43.
10. Kapustin V.V. Vision area parameters analysis for active-pulse television-computing systems / V.V. Kapustin, A.K. Movchan, M.I. Kuryachiy // Int. Siberian Conf. Control and Communications (SIBCON). – 2017. – P. 1–4.
11. Мовчан А.К. Оценка дальности до наблюдаемых объектов активно-импульсными телевизионными измерительными системами / А.К. Мовчан, В.В. Капустин, М.И. Курячий // Матер. междунар. науч.-техн. конф. «Опτικο-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символической ин-

формации» (Распознавание–2018). – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2018. – С. 175–177.

12. Модернизация приборов ночного видения / С.Т. Архутин, В.Г. Волков, Е.И. Зайцева, В.Л. Саликов, С.А. Украинский // Специальная техника. – 2005. – № 3. – С. 6–11.

13. Волков В.Г. Лазерные полупроводниковые излучатели для приборов ночного видения // Полупроводниковая светотехника. – 2012. – № 1. – С. 45–50.

14. Манцетов А.А. Телекамеры на КМОП-фотоприемниках / А.А. Манцетов, А.К. Цыцулин // Вопросы радиоэлектроники. – Сер.: Техника телевидения. – 2006. – № 2. – С. 70–89.

15. Умбиталиев А.А. Твердотельная революция в телевидении: Телевизионные системы на основе приборов зарядовой связи, систем на кристалле и видеосистем на кристалле / А.А. Умбиталиев, А.К. Цыцулин. – М.: Радио и связь, 2006. – 312 с.

Мищенко Николай Иванович

Ст. науч. сотрудник каф. телевидения и управления (ТУ) Томского государственного ун-та систем управления и радио-электроники (ТУСУР) Вершинина ул., д. 47, г. Томск, Россия, 634045
Тел.: +7 3822 41 33 10
Эл. почта: mish@tu.tusur.ru

Мовчан Андрей Кириллович

Аспирант каф. ТУ ТУСУРа Вершинина ул., д. 47, г. Томск, Россия, 634045
ORCID: 0000-0002-0020-6354
Тел.: +7-923-421-94-41
Эл. почта: mr.movchann@mail.ru

Капустин Вячеслав Валериевич

Канд. техн. наук, доцент каф. ТУ ТУСУРа Вершинина ул., д. 47, г. Томск, Россия, 634045
ORCID: 0000-0002-2293-0511
Тел.: +7-960-969-88-77
Эл. почта: peregnun@mail.ru

Чалдина Елизавета Сергеевна

Магистрант каф. ТУ ТУСУРа Вершинина ул., д. 47, г. Томск, Россия, 634045
Тел.: +7-950-272-30-10
Эл. почта: elizaveta_chaldina@mail.ru

Акулиничев Юрий Павлович

Д-р техн. наук, профессор каф. радиотехнических систем (РТС) ТУСУРа Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-931-806-80-01
Эл. почта: aupa1941@mail.ru

Божков Владимир Григорьевич

Д-р техн. наук, профессор, нач. отд. АО «НИИПП» Красноармейская ул., д. 99а, г. Томск, Россия, 634034
Тел.: +7 (382-2) 55-50-89
Эл. почта: bozhkov_vg@niipp.ru

Mishchenko N.I., Movchan A.K., Kapustin V.V., Chaldina E.S., Akulinichev Yu.P., Bozhkov V.G.
Control unit for active-pulse television systems

The principles of operation of active-pulse television systems used in robotic complexes, remotely controlled or Autono-

mous unmanned vehicles are considered. A mode control device is provided that allows to increase the depth of the visibility range and the efficiency of the systems in various environmental conditions as a result of scanning the observation zone by distance.

Keywords: television system, detection, measurement, range, informative parameters.

doi: 10.21293/1818-0442-2020-23-4-16-20

References

- Geikhman I.L., Volkov V.G. *Videniye i bezopasnost* [Vision and security]. Moscow, RAEN, 2009. 840 p. (in Russ.).
- Sagdullaev Yu.S., Smirnov A.I. [Processing and selection of signals of telemetric information of spacecraft in television images]. *Aerospace instrumentation*, 2016, no. 7, pp. 25–33 (in Russ.).
- Umetaliev A.A., Tsytsulin A.K. *Teoriya i praktika kosmicheskogo televideniya* [Theory and practice of space television]. SPb., Research Institute of television, 2017, 368 p. (in Russ.).
- Sagdullaev Yu.S., Kovin S.D., Sagdullaev T.Yu., Smirnova A.I. *Informatsionno-imeritelnyye sistemy televideniya* [Information and measurement systems of television]. Moscow, Sputnik+, 2013. 199 p. (in Russ.).
- Mishchenko N.I., Pustynsky I.N. [Methods and means of increasing the efficiency of active-pulse television and computer surveillance systems] *Proceedings of TUSUR University* 2014, no 3 (33) – pp. 47–52 (In Russ.).
- Mishchenko N.I., Pustynsky I.N., Kapustin V.V. [Methods and means of increasing the efficiency of active-pulse television and computer systems for monitoring and ensuring the safety of objects]. *Proceedings of TUSUR University*, 2016, vol. 19, no. 3, pp. 22–27 (in Russ.).
- Kapustin V.V., Movchan A.K., Zaytseva E.V., Kuryachy M. I. / Active pulse television measuring systems for ensuring navigation of transport means in heavy weather conditions // *Transportation systems and technology*. 2018, vol. 4, no. 1, pp. 068–083.
- Kirpichenko Yu.R., Kuryachy M.I., Pustynsky I.N. [Video Information systems of surveillance and control under difficult visibility conditions]. *Proceedings of TUSUR University*, 2012, no. 2(26), pp. 105–110 (in Russ.).
- Mishchenko N.I. [Possible ways to improve the technical characteristics of television measurement systems]. *Proceedings of TUSUR University*, 2008, no. 2(18), pp. 40–43 (in Russ.).
- Kapustin V.V., Movchan A.K., Kuryachiy M.I. [Vision area parameters analysis for active-pulse television-computing systems]. *Int. Siberian Conf. Control and Communications (SIBCON)*, 2017, pp. 1–4.
- Movchan A.K., Kapustin V.V., Kuryachiy M.I. *Otsenka dalnosti do nablyudayemykh obyektov aktivno-impul'snymi televizionnymi izmeritel'nymi sistemami* [Estimation of the distance to the observed objects by active-pulse television measuring systems]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Optiko-elektronnyye pribory i ustroystva v sistemakh raspoznavaniya obrazov, obrabotki izobrazheniy i simvol'noy informatsii «Raspoznavaniye–2018» [Materials of the international scientific and technical conference «Optical-electronic devices and devices in image recognition systems, image processing and symbolic information» (Recognition-2018)*. Kursk, South-West. state University, 2018, pp. 175–177 (in Russ.).
- Arhutik S.T., Volkov V.G., Zaitseva E.I., Salikov V.L., Ukrainian S.A. [Modernization of night vision devices]. *Special Technique*, 2005, no. 3, pp. 6–11 (in Russ.).
- Volkov V.G. [Laser semiconductor emitters for night vision devices]. *Semiconductor lighting technology*, 2012, no. 1, pp. 45–50 (in Russ.).
- Mansvetov A.A., Zezulin A.K. [Cameras on CMOS photodetectors]. *Problems of Radioelectronics, series Applications television*, 2006, no. 2, pp. 70–89 (in Russ.).
- Umbitaliev A.A., Tsytsulin A.K. *Tverdotelnaya revolyutsiya v televidenii: Televizionnyye sistemy na osnove priborov zaryadovoy svyazyu, sistem na kristalle i videosistem na kristalle* [Solid-state revolution in television: Television systems based on charge-coupled devices, systems on a chip and video systems on a chip]. M.: Radio and Communications, 2006, 312 p. (in Russ.).

Nikolay I. Mishchenko

Senior Researcher, Department of Television and Control, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
47, Vershinin st., Tomsk, Russia, 634034
Phone: +7 (382-2) 41-33-10
Email: mish@tu.tusur.ru

Andrey K. Movchan

Postgraduate Student, Department of Television and Control, TUSUR
47, Vershinin st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID 0000-0002-0020-6354
Phone: +7-923-421-94-41
Email: mr.movchann@mail.ru

Vyacheslav V. Kapustin

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Television and Control, TUSUR
47, Vershinin st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID 0000-0002-2293-0511
Phone: +7-960-969-88-77
Email: peregnun@mail.ru

Elizaveta S. Chaldina

Master Student, Department of Radio Engineering Systems, TUSUR
47, Vershinin st., Tomsk, Russia, 634034
Phone: +7-950-272-30-10
Email: elizaveta_chaldina@mail.ru

Yuri P. Akulinichev

Doctor of Engineering, Professor, Department of Radio Engineering Systems (RES) TUSUR
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-931-806-80-01
Email: aupa1941@mail.ru

Vladimir G. Bozhkov

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department, Research Institute of Semiconductor Devices
99a, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
Phone: +7 (382-2) 555-089
Email: bozhkov_vg@niipp.ru