

ОТЗЫВ

официального оппонента, действительного члена Академии инженерных наук имени А. М. Прохорова, д.т.н. **В.П. Кирьянова** на диссертацию и автореферат диссертации **Сейфи Натальи Андреевны** "Метод реализации активно - импульсного видения на основе ПЗС - фотоприемника», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»".

Диссертация Н. А. Сейфи посвящена вопросам разработки и практической реализации оригинального метода активно – импульсного видения, имеющего своей целью существенно упростить конструкцию реальных наблюдательных приборов, создаваемых для обеспечения качественного видения при неблагоприятных условиях (при задымлении, в тумане, при наличии встречной засветки).

Актуальность работы. Проблема отслеживания целей при неблагоприятных условиях наблюдения, вызванных ограниченной видимостью при задымлении, в тумане, при наличии метеоосадков или встречной засветки, неразрывно связана с созданием специального класса наблюдательных приборов, реализующих принцип активно-импульсного видения. Постоянное совершенствование радиоэлектронной элементной базы стимулирует реализацию новых схемотехнических решений, направленных на повышение конкурентоспособности создаваемых элементов фотоники, в том числе и подобного класса наблюдательных приборов. С этой точки зрения выбранная диссертантом тема исследований представляется действительно *актуальной*.

Для создания перспективных активно-импульсных наблюдательных приборов диссертантом предложен метод, исключающий использование в них таких традиционных средств как электронно-оптические преобразователи (ЭОП). В приборах данного типа ЭОП выполняет важные для практики функции усиления изображения и быстродействующего затвора. Как правило, в цифровых приборах наблюдения ЭОП'ы используются совместно с оптическими проекционными системами, необходимыми для их согласования с последующими устройствами регистрации изображений (твердотельных КМОП- или ПЗС-фотоприемников). Их наличие значительно увеличивает и стоимость, и габаритные размеры, и массу наблюдательных приборов. Размеры и масса являются параметрами особо критичными для изделий специального назначения.

Выборный подход к решению проблемы отслеживания целей при неблагоприятных условиях наблюдения представляется вполне обоснованным и реальным для создания нового поколения отечественных активно-импульсных наблюдательных приборов.

Диссертационная работа представлена на 135 страницах, состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений, списка цитируемой литературы из 132 наименований и двух приложений. В основном тексте диссертации содержится 52 рисунка и 4 таблицы.

В первой главе диссертации рассматриваются вопросы построения активно-импульсного наблюдательного прибора на основе твердотельного матричного фотоприемника без использования ЭОП'а в качестве усилителя изображений и внешнего затвора. На основе этого анализа приводятся требования, предъявляемые к подобному фотоприемнику. В качестве перспективного средства реализации поставленной цели выделяются ПЗС-фотоприемники со строчным переносом. Описываются особенности конструкции созданных к настоящему времени ПЗС-фотоприемников со строчным переносом

На основе данного анализа диссертантом ставятся основные задачи для последующего диссертационного исследования. Как следствие, *объектами исследования* стали стандартные ПЗС-фотоприемники со строчным переносом, изначально для использования в составе активно-импульсных систем не предназначенные, а *предметом* исследования - алгоритмы и методики управления выбранными ПЗС-фотоприемниками.

Во второй главе диссертации приводится описание предлагаемого диссертантом алгоритма управления ПЗС-фотоприемником со строчным переносом, позволяющего реализовать на его основе метод наблюдения со стробированием. Рассматриваются также алгоритмы управления ПЗС-матрицей для реализации как чисто активно-импульсного видения, так и комбинированного варианта видения, сочетающего пассивный режим наблюдения с активно-импульсным. Комбинированный вариант видения позволяет наблюдать характерные объекты активно-импульсного видения с привязкой к ориентирам на местности. Формулируются критерии выбора ПЗС-фотоприемника на основе требований к разрабатываемой активно-импульсной системе.

Третья глава диссертации посвящена вопросам аппаратно-программной реализации действующего макета активно-импульсного прибора наблюдения. Макет прибора использовался для проведения экспериментов с различными фотоприемниками. Анализируются параметры основных узлов цифрового активно-импульсного прибора наблюдения и особенности взаимодействия их между собой. Показана работоспособность предложенных алгоритмов управления ПЗС-матрицами со строчным переносом, обеспечивающих режимы накопления и стробирования, в то время как «стандартные» варианты использования КМОП-фотоприемники оказались не пригодны для реализации метода наблюдения со стробированием. Большинство исследований, выполненных с помощью действующего макета прибора были сосредоточены на изучении недокументированных особенностей ПЗС-матриц и возможности их практического применения.

В ходе исследований соискателем разработаны аппаратно-программные средства (модули), которые могут быть использованы при разработке пер-

спективных цифровых малогабаритных активно-импульсных приборов наблюдения. Предложенные алгоритмы управления ПЗС-матрицами для осуществления метода наблюдения со стробированием или комбинированного режима наблюдения показали свою работоспособность в подобного вида режимах эксплуатации коммерчески доступных матриц, изначально не ориентированных для подобных применений.

В четвёртой главе диссертации приведены результаты экспериментов, подтверждающие реализуемость активно-импульсной системы на основе ПЗС-матрицы со строчным переносом, исключающей необходимость использования в их составе электронно - оптических преобразователей (ЭОП). Подтверждена эффективность использования подобных цифровых активно-импульсных приборов наблюдения для их традиционных применений: поиска оптических устройств на местности по их бликам и отслеживание целей в условиях ограниченной видимости. Показана целесообразность реализации режима мигания с частотой (2 – 3) Гц откликов от объектов импульсно-активного поиска. Проанализированы как достоинства, так и недостатки активно-импульсных систем без ЭОП по сравнению с традиционными системами на основе ЭОП или комплексированных КМОП-фотоприёмников.

В Заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

В целом, можно констатировать, что диссертантом успешно решены следующие задачи:

- разработан и исследован способ управления ПЗС-матрицей со строчным переносом, позволяющий реализовать на ее основе системы наблюдения методом стробирования;
- разработаны алгоритмы формирования управляющих сигналов ПЗС-матриц со строчным переносом, реализующие предложенный способ управления ПЗС-матрицами;
- создан макет прибора активно-импульсного видения в неблагоприятных условиях без использования ЭОП;
- доказана перспективность создания приборов активно-импульсного видения для неблагоприятных условий без использования ЭОП на основе ПЗС-матриц со строчным переносом.

Новизна предложенных в диссертации технических решений подтверждена приоритетными публикациями и патентом.

Научная значимость диссертационного исследования Сейфи Н.А. состоит в реально достигнутых результатах совершенствования методов технического зрения в неблагоприятных условиях, основанных на принципах стробирования и электронного усиления яркости изображений. Причём эти результаты достигнуты за счёт специальных алгоритмов управления коммерчески доступными ПЗС-матрицами со строчным переносом, позволяющими

исключить из конструкции приборов наблюдения традиционные электроно-оптические преобразователи яркости.

Практическая значимость работы диссертационной работы Сейфи Н.А. состоит в том, что за счёт создания действующего макета цифрового активно-импульсного прибора наблюдения подтверждена реализуемость активно-импульсной системы на основе ПЗС-матрицы со строчным переносом, исключающей необходимость использования в их составе электронно - оптических преобразователей (ЭОП), подтверждена также эффективность использования подобных цифровых активно-импульсных приборов наблюдения для их традиционных применений: поиска оптических устройств на местности по их бликам и отслеживание целей в условиях ограниченной видимости. Показана при этом целесообразность реализации в импульсно-активных приборах мигающего с частотой (2 – 3) Гц режима подсветки.

Автореферат диссертации полностью отражает все важнейшие положения диссертации.

Диссертация написана грамотным литературным языком, хотя в некоторых местах имеются шероховатости. Например, на страницах 58, 60 и 65 встречаются жаргонизмы, типа: «сырой сигнал с ПЗС-матрицы..», «взаимодействия с хостом на низком уровне...», «текст выглядит отзеркаленным..». Некоторые предложения не отредактированы. Например, на странице 46 предложение «... Ссылка на документацию ICX692 ...» просто до конца не вычитано. На странице 14 имеется, например, предложение: «Такой метод наблюдения применяется ... для наблюдений...» или на странице 82: «Решение уравнения ... дает решение...».

К замечаниям по оформлению диссертации следует отнести также наличие пропусков слов, например, на стр.4 : ««...в том тех,...», вместо «...в том числе тех, ...» или на стр. 5: «...предложивший метод наблюдения с пространственной селекцией в оптические устройства по аналогии с радиолокаторами...». На стр. 94 вторая формула справедлива, но для соответствия тексту, все выражение в ней следует умножить на 100%.

К более значимым замечаниям следует отнести следующее.

1. В диссертации упомянута возможность применения предложенного способа управления ПЗС-матрицами к матрицам, дающим цветное изображение, но как цветное видение возможно при монохромной подсветке не очень понятно. Это заявление не раскрыто не в полной мере.
2. В условиях пониженной освещенности используется комбинированный режим наблюдения, алгоритм которого описан в диссертации. Предусмотрено ли автоматическое переключение между активно-импульсным и комбинированным режимами или же режим выбирается вручную?
3. Из текста диссертации не ясно, как при расчете дальности подсветки учитываются задержки распространения сигналов от управляющей микро-

схемы до ПЗС-матрицы через драйвер-преобразователь напряжений, а также внутри самой ПЗС-матрицы.

4. По мнению оппонента, перечень первостепенных задач, требующих обязательного решения, неполный. Например, не выделено требование увеличения времени экспозиции итогового кадра. А ведь полученное решение этой задачи отнесено соискателем к научным достижениям диссертационного исследования.

Однако, сделанные выше замечания не снижают положительного эффекта от выполненного исследования, т.к. касаются вопросов, не имеющих принципиального значения.

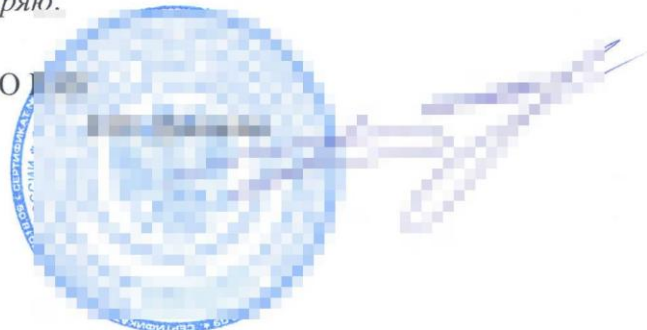
В целом, диссертационная работа Н.А. Сейфи «Метод реализации активно-импульсного видения на основе ПЗС-фотоприемника» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи по совершенствованию активно-импульсных приборов наблюдения. Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013, ред. от 11.09.2021), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Сейфи Наталья Андреевна**, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник лаб. №16 ИАиЭ СО РАН,
действительный член академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
доктор технических наук
(В.П. Кирьянов)

07.10. 2021 г.

Подпись в.н.с. лаб. №16 ИАиЭ СО РАН,
действительного члена АИН им. Прохорова,
д.т.н. В.П. Кирьянова *заверяю.*

Учёный секретарь ИАиЭ СО
к.ф.-м..н.



*Отзыв получен 08.10.2021
с отзывом ознакомлена 08.10.2021*

*Венанов М.А.
Сейфи Н.А.*