

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО УДАРНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ВОЙНЕ

THE RATIONALE FOR THE CREATION OF MULTISPECTRAL DATA-PROCESSING SYSTEM SHOCK RECONNAISSANCE UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR USE IN MODERN WARFARE

**V. Nadtochiy
A. Avramov
A. Boldinov**

Summary. The article carried out analysis of tasks, target load of unmanned aircraft in modern warfare. Presents the concept of the modern world and technology development of integrated information systems, unmanned aerial vehicles. Considered the principle of hierarchical information in the multispectral system and its complex processing.

Keywords: unmanned aircraft, target load, data-processing system, integrated modular avionic, multispectral system, complex information processing.

Надточий Виктор Николаевич

Адъюнкт, ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)
nadtochiy_90@mail.ru

Аврамов Андрей Викторович

К.т.н., доцент, ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф.
Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»
(г. Воронеж)

Болдинов Александр Иванович

К.т.н., доцент, ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф.
Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»
(г. Воронеж)

Аннотация. В статье проведен анализ задач, целевой нагрузки беспилотных летательных аппаратов в современных войнах. Представлены современные мировые концепции и технологии развития интегрированных информационных систем беспилотных летательных аппаратов. Рассмотрен иерархический принцип получения информации в многоспектральной системе и ее комплексная обработка.

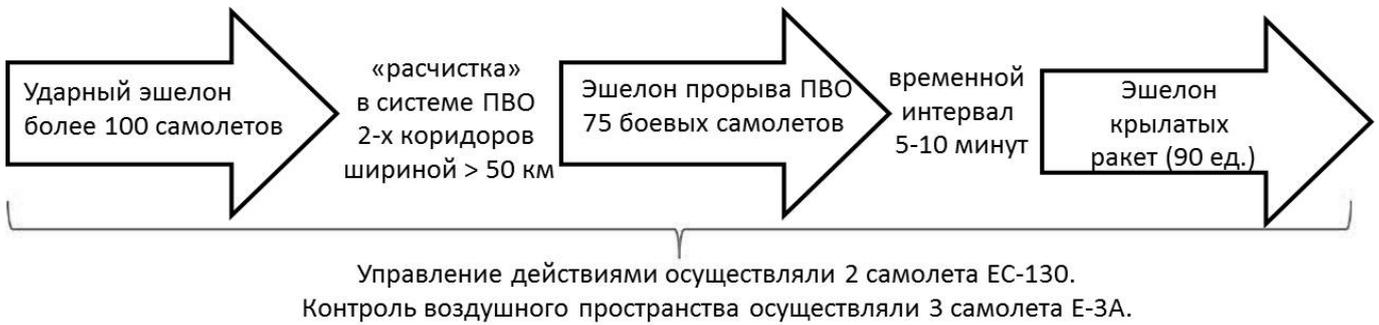
Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, целевая нагрузка, информационно-вычислительная система, интегрированная модульная авионика, многоспектральная система, комплексная обработка информации.

Согласно военной доктрины [1] Российской Федерации появление военных опасностей и угроз обусловлено глобальной конкуренцией, напряженностью межрегионального взаимодействия, неустойчивостью экономического и политического развития, осложнением международных отношений, многими региональными конфликтами. Сохраняются тенденции решения региональных конфликтов силовыми методами, в том числе в регионах граничащих с Российской Федерацией. К основным внешним военным опасностям для РФ относятся: наращивание силового потенциала НАТО у границ РФ, реализация концепции «глобального удара», увеличение группировки численности войск на границах РФ, развертывание систем стратегической противоракетной обороны. Главной военной угрозой является обострение военно-политической обстановки и создание условий требующих применения военной силы. Военная доктрина РФ выделяет следующие характерные особенности современных военных конфликтов: комплексное применение военной силы, массированное применение всех видов оружия и военной техники, воздействие на про-

тивника по всей его территории в едином информационном пространстве [1]. Определение военных опасностей и угроз, а также особенностей современных военных конфликтов позволяет формулировать требования современной войны. Примером таких войн являются боевые действия в Югославии, Афганистане и Ираке.

Военные действия были спланированы в форме воздушной наступательной операции, в каждом из которых было проведено два массированных ракетно-авиационных удара (МАРУ). МАРУ проводились по типовой схеме НАТО [2].

Анализ боевого опыта, полученного НАТО и США в Косово, Афганистане и Персидском заливе показывает, что основной проблемой во всех перечисленных боевых операциях являлось длительное время принятия решения на уничтожение цели от нескольких суток до нескольких часов. При этом необходимым является централизованный сетевой принцип ведения боевых действий [3].



В последние годы в технически развитых государствах мира особое внимание уделяется развитию теории и практики ведения войн в едином информационном пространстве, меняющих взгляды на подготовку и применение вооруженных сил в современных войнах и конфликтах.

Современная война предусматривает следующие фазы ведения БД: достижение информационного превосходства, завоевание превосходства в воздушно-космической сфере, уничтожение средств поражения и окончательное подавление очагов сопротивления противника [4].

Важным аспектом в цепи управления боевыми действиями являются распределение и передача информации для поддержки решений командования и управления вооруженными силами [5].

Таким образом, полная картина зоны боевых действий от различных источников информации позволит уменьшить время с момента выявления цели, до момента ее поражения и оценить ущерб от применения средств поражения.

Анализ современных вооруженных конфликтов показал перераспределение роли вооруженных сил. Решающая роль в вооруженных конфликтах перешла от наземных операций (проводимых сухопутными войсками) к воздушным операциям (проводимых в воздушно-космической сфере). Основным элементом современных войн является централизованное управление и взаимодействие всех видов и родов войск, что обеспечивает постоянное огневое воздействие на противника при массированных ударах по предварительным или динамично распределенным в ходе ведения БД целям [6].

Согласно концепциям применения БЛА [7, 8] к основным задачам разведывательно-ударных БЛА можно отнести:

- ♦ разведывательные задачи (ведение разведки местности противника, доразведка объектов противника с целью обеспечения ударных

средств целеуказанием и корректирование огня с выдачей информации в реальном масштабе времени, длительное воздушное патрулирование представляющих интерес районов);

- ♦ ударные (огневые) задачи (поражение ключевых военно-экономических объектов, поражение систем противовоздушной обороны).

Разведывательные задачи направлены на получение информации о численности и расположении войск противника, поиск наземных объектов подлежащих уничтожению, расширение информации об интересующих объектах, возможность целеуказания и корректирования огня средствами поражения, получение в реальном масштабе времени информации о плотности размещения, маршрутах передвижения и боевых порядках противника [9].

Задачи нанесения ударов с применением средств поражения выполняется по заранее выявленным стационарным или мобильным целям с известными координатами, а также при оперативном выявлении целей по команде оператора [9].

Таким образом, применение разведывательно-ударных БЛА служит для исключения потерь войск, вооружения, перерасхода ресурсов и времени на вскрытие, отслеживание, маневрирование и поражение противника. Это обуславливается техническим развитием датчиков целевой нагрузки, средств поражения и изменением условий и принципов управления БЛА [9].

Для получения информации о фоно-целевой обстановке разведываемой местности в качестве целевой нагрузки БЛА используются следующие средства: станции оптико-электронной разведки, станции радиолокационной разведки, станции радиотехнической разведки.

Станции оптико-электронной разведки, размещаемые на борту БЛА, применяются для обзора подстилающей поверхности, получения детального изображения интересующей местности, вскрытия визуально невидимых объектов. К таким станциям

относятся, например: Type 8040B, Type 8010, Vinten Type 950/955, DSP-1, COH-112, RAV-165-3 HD, PERGAM S130 [10, 11]. Использование таких станций в основном осуществляется в ИК ($\lambda=0,76\dots 103$ мкм) и ТВ ($\lambda=0,38\dots 0,76$ мкм) диапазонах. Совместная установка телевизионной и инфракрасной камер увеличивает информативность получаемого изображения, а применение лазерного дальномера-целеуказателя дает возможность точного определения относительных координат цели [12]. Развитие вычислительной техники и цифровых технологий обработки сигналов позволило существенно повысить качество, скорость и объемы обработки изображений, обеспечить их передачу на большие расстояния [13–15]. Недостатком таких станций является малая эффективность их использования в сложных погодных условиях, а также в ночное время.

В качестве станций радиолокационной разведки на современных БЛА используют радиолокаторы с режимом синтезирования апертуры. Такие станции обеспечивают обнаружение неподвижных и движущихся наземных целей, низколетящих воздушных целей (вертолетов), а также позволяют классифицировать объекты по типам [16]. Так, например, в состав БЛА «Reaper» производства США входит радиолокационная станция AN/APY-8 Lynx II, а в БЛА «Heron» Израильского производства — радиолокаторы Elta EL/M-2022U Maritime Patrol Radar или Elta EL/M-2055 SAR/MTI [17, 18]. В настоящее время на БЛА используются станции с сантиметровым диапазоном длин волн (от 4 до 40 ГГц). Существующие станции радиолокационной разведки используют: режим картографирования, для получения радиолокационных изображений земной поверхности; режим селекции наземных целей, для обнаружения, сопровождения и индикации целей; поляризационный режим для повышения эффективности распознавания за счет поляризационных характеристик функции отражения; режим интерферометрической съемки пространства для формирования трехмерного изображения подстилающей поверхности [19]. При всей информативности и всепогодности применения радиолокационных станций главным недостатком является их низкая скрытность работы.

Применение станций радиотехнической разведки направлено на получение координат радиоизлучающих целей, параметров и режимов работы излучающих средств. На современном этапе используются следующие станции: ALR-74, ALR-93, ALR-94. Станции радиотехнической разведки обеспечивают обнаружение импульсного, квазинепрерывного и непрерывного излучения [5]. При этом основным недостатком является грубое определение координат излучающих целей в сложной фоно-целевой обстановке.

На современном этапе применения БЛА оператор наземной станции управления играет важную роль в обеспечении управления БЛА и функционирования его систем, в организации процесса планирования, в оценке результатов и эффективности действий БЛА, связи с потребителями разведывательной информации [20, 21].

Важнейшими проблемами применения существующих БЛА являются:

- ◆ наличие на борту БЛА обособленных, функционально несвязанных друг с другом информационных датчиков, транслирующих полученную информацию оператору БЛА для последующей обработки в целях обнаружения, определения местоположения и распознавания целей;
- ◆ низкая надежность функционирования системы управления БЛА и его целевой нагрузкой в боевых условиях, приводящая к снижению качества формируемых изображений и достоверности оценки характеристик наблюдаемых объектов, срыву наблюдения за пространством, перегрузке каналов обмена данными и т.д.;
- ◆ возрастание психофизической нагрузки на оператора БЛА и его быстрая утомляемость в условиях низкого качества изображений местности и данных об объектах, множественного применения БЛА, сложности и динамичности боевой обстановки. Это приводит к снижению качества оценки обстановки и неправильному принятию решений оператором БЛА при обнаружении целей, их распознавании и опознавании, определении местоположения и т.д. [20, 21]

Для получения более полной информации о разведываемом пространстве используется групповое применение БЛА [22]. Примером является проект ALADDIN (Autonomous Learning Agents for Decentralised Data and Information Networks) [23], разработанный компанией BAE Systems, в котором распределенное сетевое использование группы БЛА расширяет информационную осведомленность этих БЛА за счет использования станций разведки работающих в различных участках спектра электромагнитных волн. Соответственно, использование одиночных БЛА с совместным применением станций разведки может способствовать расширению информационной осведомленности разведываемого пространства. При этом особую сложность вызывает обнаружение и распознавание целей оператором БЛА [24].

Таким образом, развитие технологий информационно-вычислительных систем позволит реализовать на БЛА автоматизированную систему обработки данных и принятия решений на применение средств поражения и другие необходимые системы [25].

Информационно-вычислительная система (ИВС) современного БЛА представляет собой совокупность датчиков информации и вычислителей, а также набор режимов их функционирования, обеспечивающих соответствие целевому назначению [22].

В настоящее время к ИВС БЛА предъявляются следующие требования:

- ◆ всепогодное применение БЛА, а также применение в условиях огневого, радиоэлектронного и информационного противодействия;
- ◆ интеграция информационных датчиков в единую разведывательно-информационную систему;
- ◆ обеспечение рационального сочетания управления БЛА и применения средств поражения для оператора;
- ◆ своевременная комплексная обработка получаемой информации от различного рода датчиков, обеспечивающая обнаружение и распознавание наземных целей [26].

Расширение информационных возможностей является устойчивой тенденцией развития ИВС [27]. Это обуславливается способностью датчиков извлекать больший объем информации из получаемых данных, при этом улучшать достоверность, точность, разрешающую способность, помехозащищенность ИВС. Одним из способов расширения информационных возможностей ИВС является интеграция (комплексирование) данных, поступающих от датчиков различной физической природы, а также одной физической природы работающих в разных частотных диапазонах.

В настоящее время основным результатом работы в области разработки архитектуры и компонентов бортового радиоэлектронного оборудования является концепция интеграции бортовой аппаратуры — концепция IMA (Integrated Modular Avionic), основы которой изложены в стандарте ARINC651. В Российской Федерации данный стандарт носит информационный характер [28].

Многомодульные бортовые вычислительные средства, разрабатываемые по концепции IMA, имеют важные свойства: мультипроцессорность (нет фиксированного числа модулей), динамическую вычислительную подсистему различных конфигураций (управляемая коммутация связей между элементами модулей), идентичность применяемых модулей (при различных физических уровнях модулей). Структура многомодульной системы может быть различной в каждый момент времени. Сетевые коммутаторы могут запоминать несколько динамических конфигураций связи. Установка базовой конфигурации позволяет осуществлять статическое соединение между несколькими потоками

данных. Следовательно, мультипроцессорная структура IMA с программируемой архитектурой допускает динамическое перераспределение вычислительной мощности аппаратуры в зависимости от приоритета решаемых задач [29].

Для БЛА необходимо интегрировать датчики радиочастотного диапазона, датчики оптического диапазона, бортовую вычислительную систему и систему управления. Примером принципов построения бортовой интегрированной вычислительной системы являются перспективные разработки бортовой цифровой вычислительной машины типа «Багет». Взаимодействие датчиков осуществляется на основе четырех мультиплексных каналов информационного обмена, передача данных производится при помощи бортовой вычислительной сети на основе каналов Fiber Channel. Переход к принципу глубокой функциональной интеграции и единому информационному пространству позволил сформировать сетевые технологии обработки информации на борту БЛА [29].

Таким образом, ИВС БЛА должна быть глубоко интегрированной и работать на различных участках спектра электромагнитных волн, а также иметь значительные вычислительные параметры [30].

Совокупность датчиков на уровне функциональной интеграции [31] позволяет обеспечить обнаружение и распознавание объектов на основе всех доступных измерителям признаков разных спектров, обеспечивая высокую достоверность получаемых результатов. Такая структура позволит в полной мере реализовать принцип динамической реконфигурации ресурсов ИВС и модульности аппаратурной реализации, образуя при этом интегрированную многоспектральную (многодатчиковую) информационную среду.

При разработке многодатчиковых интегрированных систем необходимо обращать внимание на такие особенности, как:

- ◆ различная точность измерений получаемых от разных датчиков;
- ◆ различная частота обращения разнородных датчиков к контролируемым объектам;
- ◆ необходимость использования в процессе комплексирования нескольких систем счисления (декартову — для навигационных параметров, полярную — для радиолокационных, оптико-электронных систем и др.) [32].

Интеграция датчиков в единый комплекс и комплексная обработка получаемой от них информации должна обеспечить гарантированное обнаружение и распознавание наземных целей в любых погодных условиях [24].

Таким образом, разработка алгоритмов комплексной обработки информации на борту БЛА, в которых принята информация, поступающая от всех датчиков и систем, будет формировать данные интересующей области пространства для исполнительных устройств и систем, операторов наземных станций наведения и управления,

пилотируемых летательных аппаратов и других взаимодействующих систем, позволит достичь разгрузки каналов передачи данных и упростить работу оператора по обнаружению и распознаванию наземных объектов, передавая эти данные по назначению с помощью систем информационного обмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Военная доктрина Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.rg.ru (Дата обращения 22.10.2016).
2. Военное искусство в локальных войнах и вооруженных конфликтах [Текст] / Под ред. генерала-полковника А. С. Рукшина. — М.: Военное издательство, 2008. — 765 с.
3. Ашурбейли И.Р. и др. Опыт и уроки боевого применения войск и вооружения ПВО в локальных войнах и вооруженных конфликтах [Текст] / И. Р. Ашурбейли, Б. Ф. Чельцов, А. И. Хюпенен, С. А. Волков. — М., 2012. — 204 с.
4. Рахманов А. А. Сетецентрические системы управления: закономерные тенденции, проблемные вопросы и пути их решения [Текст] / А. А. Рахманов // Военная мысль. — 2011. — № 3. — С. 41–50.
5. Бортовые системы управления боевыми режимами современных и перспективных самолетов. Кн. 1. Аналитический обзор по материалам зарубежных информационных источников [Текст] / Под ред. Е. А. Федосова. — М.: Научно-информационный центр ГосНИИАС, 2009. — 171 с.
6. Надточий В.Н., Аврамов А. В., Болдинов А. И. Анализ требований современной войны по информационному и огневому обеспечению войск [Текст] // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. Новосибирск, 2016, С. 150–158.
7. Казарьян Б. И. Беспилотные аппараты: цели, задачи, условия создания [Текст] / Б. И. Казарьян // Военная мысль. — 2012. — № 2. — С. 17–23.
8. Краснов А., Путилин А. Беспилотные летательные аппараты: от разведки к боевым действиям [Текст] / А. Краснов, А. Путилин // Зарубежное военное обозрение. — 2006. — № 4–5. — С. 41–47.
9. Надточий В.Н., Аврамов А. В., Болдинов А. И. Анализ задач, решаемых разведывательно-ударными беспилотными летательными аппаратами [Текст] // Новая наука: от идеи к результату. Стерлитамак, 2016, Ч. 3, С. 74–76.
10. Jane's Defence Equipment Library, 2001.
11. Бортовые оптико-электронные системы военной авиации зарубежных стран. Аналитический обзор по материалам открытой печати [Текст]. Кн. 1 / Под ред. С. В. Ягольникова. — Тверь: 2 ЦНИИ МО РФ, 2006. — 264 с.
12. Ростопчин В.В., Дмитриев М. Л. Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс] / В. В. Ростопчин, М. Л. Дмитриев. — Режим доступа: www.uav.ru (Дата обращения 22.10.2016).
13. Грузман И.С. и др. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие [Текст] / И. С. Грузман, В. С. Киричук, В. П. Косых, Г. И. Перетягин, А. А. Спектор. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. — 168 с.
14. Прэтт Э. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. [Текст] / Э. Прэтт. — М.: Мир, 1982. — Кн. 1. — 312 с.
15. Оппенгеймер А.В., Шафер Р. В. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. [Текст] / А. В. Оппенгеймер, Р. В. Шафер. — М.: Связь, 1979. — 416 с.
16. Меркулов В.И., Самарин О. Ф., Чернов В. С. Новые режимы функционирования радиолокационных систем беспилотных летательных аппаратов [Текст] / В. И. Меркулов, О. Ф. Самарин, В. С. Чернов // Успехи современной радиоэлектроники. — 2015. — № 9. — С. 78–86.
17. Соколов И.А., Скичко Д. Ю. Многофункциональная бортовая радиолокационная система для беспилотного летательного аппарата [Текст] / И. А. Соколов, Д. Ю. Скичко // Качество и жизнь. — 2015. — № 1. — С. 78–84.
18. Koo V.C., Chan Y. K., Gobi V. A new unmanned aerial vehicle synthetic aperture radar for environmental monitoring [Text] / V. C. Koo, Y. K. Chan, V. Gobi // Progress In Electromagnetics Research. — Vol. 122. — 2012. — P. 245–268.
19. Верба В.С. и др. Интегрированные многодатчиковые комплексы мониторинга окружающего пространства [Электронный ресурс] / В. С. Верба, В. И. Меркулов, Д. А. Миляков, В. С. Чернов // Журнал радиоэлектроники. — 2015. — № 4. — Режим доступа: www.jre.cplire.ru (Дата обращения 22.10.2016).
20. Мордвинцев Э. В. Анализ систем беспилотных летательных аппаратов [Текст] / Э. В. Мордвинцев // Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления: Серия: «Техническое оснащение спецслужб зарубежных государств». — 2011. — № 8. — С. 3–13.
21. Ануфриев О.Н. и др. Ударные беспилотные летательные аппараты и их радиолокационные системы [Текст] / О. Н. Ануфриев, А. А. Герасимов, В. И. Меркулов, О. Ф. Самарин, В. С. Чернов // Успехи современной радиоэлектроники. — 2007. — № 7. — С. 51–66.
22. Верба В. С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Принципы построения, проблемы разработки и особенности функционирования [Текст] / В. С. Верба. — М.: Радиотехника, 2014. — 528 с.
23. Современное состояние и перспективы развития беспилотных авиационных систем XXI века. Аналитический обзор по материалам зарубежных информационных источников [Текст] / Под ред. Е. А. Федосова. — М.: Научно-информационный центр ГосНИИАС, 2012. — 195 с.
24. Авиационные системы радиоуправления: [Текст] / Под ред. В. С. Вербы, В. И. Меркулова. — М.: Радиотехника, 2014. — 376 с.

25. Надточий В.Н., Аврамов А. В., Болдинов А. И. Анализ современного мирового опыта оснащения беспилотных летательных аппаратов целевой нагрузкой, условий и принципов управления разведывательно-ударным беспилотным летательным аппаратом [Текст] // Новые задачи технических наук и пути их решения. Пермь, 2016, С. 124–128.
26. Верба В.С., Меркулов В. И. Облик информационно-вычислительной системы беспилотного самолета-истребителя. — Успехи современной радиоэлектроники, 2009, № 12. С. 25–31.
27. Верба В.С. и др. Интеграция данных в многодатчиковых бортовых информационно-управляющих системах [Текст] / В. С. Верба, В. И. Меркулов, Е. В. Попов, В. С. Чернов // Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2014. — № 14. — С. 32–43.
28. Парамонов П.П., Жаринов И. О. Интегрированные бортовые вычислительные системы: обзор современного состояния и анализ перспектив развития в авиационном приборостроении [Текст] / П. П. Парамонов, И. О. Жаринов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2013. — № 2 (82). — С. 1–17.
29. Бражник В.М., Герасимов Г.И. Развитие интегрированных комплексов бортового оборудования самолетов нового поколения [Текст] / В.М. Бражник, Г.И. Герасимов // Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2008. — № 3. — С. 10–18.
30. Надточий В.Н., Аврамов А. В., Болдинов А. И. Анализ современных мировых концепций и технологий по разработке информационно-вычислительных систем разведывательно-ударных беспилотных летательных аппаратов [Текст] // Новые технологии и проблемы технических наук. Красноярск, 2016, Вып.3, С. 108–111.
31. Верба В. С. Управление информационными возможностями многофункциональных бортовых радиолокационных комплексов [Текст] / В. С. Верба // Радиотехника. — 2007. — № 10. — С. 9–13.
32. Верба В.С., Меркулов В. И. Совместная обработка данных в многодатчиковых информационных системах воздушного базирования [Текст] / В. С. Верба, Меркулов В. И. // Радиотехника. — 2015. — № 3. — С. 137–141.

© Надточий Виктор Николаевич, Аврамов Андрей Викторович, Болдинов Александр Иванович
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

