



# АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513

#7 (189), 2024

часть I

# Актуальные исследования

Международный научный журнал

2024 • № 7 (189)

Часть I

Издается с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

**Главный редактор:** Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

**Ответственный редактор:** Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Абидова Гулмира Шухратовна**, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

**Альборад Ахмед Абуди Хусейн**, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль**, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед**, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Асаналиев Мелис Казыкеевич**, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

**Атаев Загир Вагитович**, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

**Бафоев Феруз Муртазоевич**, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

**Гаврилин Александр Васильевич**, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

**Галузо Василий Николаевич**, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

**Григорьев Михаил Федосеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Арктический государственный агротехнологический университет)

**Губайдуллина Гаян Нурахметовна**, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

**Ежкова Нина Сергеевна**, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

**Жилина Наталья Юрьевна**, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

**Ильина Екатерина Александровна**, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

**Каландаров Азиз Абдурахманович**, PhD по физико-математическим наукам, доцент, декан факультета информационных технологий (Гулистанский государственный университет)

**Карпович Виктор Францевич**, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

**Кожевников Олег Альбертович**, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

**Колесников Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

**Копалкина Евгения Геннадьевна**, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

**Красовский Андрей Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

**Кузнецов Игорь Анатольевич**, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН,

профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

**Литвинова Жанна Борисовна**, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

**Мамедова Наталья Александровна**, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

**Мукий Юлия Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

**Никова Марина Александровна**, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

**Насакаева Бакыт Ермекбайкызы**, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

**Олешкевич Кирилл Игоревич**, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

**Попов Дмитрий Владимирович**, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

**Пятаева Ольга Алексеевна**, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

**Редкоус Владимир Михайлович**, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

**Самович Александр Леонидович**, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

**Сидикова Тахира Далиевна**, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

**Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич**, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

**Тихомирова Евгения Ивановна**, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

**Хайтова Олмахон Саидовна**, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

**Цуриков Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

**Чернышев Виктор Петрович**, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

**Шаповал Жанна Александровна**, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

**Шошин Сергей Владимирович**, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

**Эшонкулова Нуржахон Абдужабборовна**, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

**Яхшиева Зухра Зиятовна**, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОЛОГИЯ

**Бейсенов А.А.**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОСТОЕВ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗНОТИПНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА САМОСВАЛОВ  
В УСЛОВИЯ КАЧАРСКОГО КАРЬЕРА..... 5

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Бойкачёв В.Н., Рысин А.В., Наянов А.М.**

СПОСОБ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ (РТР) ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ  
ПОМЕХ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ (БПЛА) ПРОТИВНИКА С  
ПОМОЩЬЮ АКТИВНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЁТОК (АФАР) НА БПЛА  
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ (РЭБ) НА ОСНОВЕ РАДИО-МОДУЛЕЙ ..... 9

**Ярош Е.В.**

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ: КАК АЛГОРИТМЫ  
ОБЕСПЕЧИВАЮТ БЕЗОПАСНОСТЬ В УМНЫХ ГОРОДАХ..... 35

**Ярош Е.В.**

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ГОРОДАХ БУДУЩЕГО: РОЛЬ АЛГОРИТМОВ И  
ТЕХНОЛОГИЙ ..... 38

### ВОЕННОЕ ДЕЛО

**Волков В.В., Занчуковский А.В., Шаяхметов И.М.**

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПРОЦЕССОВ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ..... 41

**Мечетный Т.С.**

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОРГАНОВ  
ВОЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ..... 45

**Шевцов Д.М.**

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ГРАЖДАНСКО-ПРАВОВЫМ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМ. 47

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Безпять М.В.**

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ  
ИНТЕГРАЦИИ И НЕПРЕРЫВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ (CI/CD) ДЛЯ ЗАДАЧ  
РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ..... 50

**Вахнина Ю.Н., Афонин Н.Н.**

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ..... 67

**Никулин Ю.С.**

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО ФОРМАТА STORIES ДЛЯ МЕДИА САЙТОВ..... 70

# ГЕОЛОГИЯ

**БЕЙСЕНОВ Айдос Азаматович**

магистрант кафедры металлургии и горного дела,  
Рудненский индустриальный институт,  
Республика Казахстан, Костанайская область, г. Рудный

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОСТОЕВ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗНОТИПНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА САМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯ КАЧАРСКОГО КАРЬЕРА

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема простоев автосамосвалов из-за отклонения от расчетного времени рейса и их экономический ущерб. Также указывается на организационно-технические причины простоев и потерь в объемах перевозок при использовании автомобильно-экскаваторного комплекса. Исследование проводилось на основе данных бортовых контроллеров карьерных автосамосвалов, которые фиксировали время простоя при ожидании погрузки. Предложено рассмотреть возможность использования разнотипной структуры парка самосвалов для сокращения простоев и эксплуатационных расходов.

**Ключевые слова:** автосамосвал, простой, транспортировка горнорудной массы, автомобильно-экскаваторный комплекс, однотипная и разнотипная структура парка самосвалов.

С увеличением грузоподъемности автосамосвалов одновременно повышается вероятность их простоев из-за отклонения от расчетного времени рейса автосамосвала. Неизбежным при использовании автосамосвалов является и экономический ущерб от их простоев под погрузкой, особенно при увеличении грузоподъемности автосамосвалов и их стоимости [1].

Одним из показателей интенсивности эксплуатации транспортных машин выступают внутрисменные простои и простои в течение рейса, вызванные совокупностью причин, главными из которых считаются организационно-технические. Организация ритмичной работы автомобильно-экскаваторного комплекса предполагает обеспечение равномерной загруженности экскаватора, отсутствие задержек в процессе маневрирования автомобилей при въезде на погрузочные площадки и съезде с них, стабильную продолжительность погрузки. Для снижения простоев и связанных с ними потерь в объемах перевозок, то есть более полного использования календарного фонда времени погрузочных и транспортных

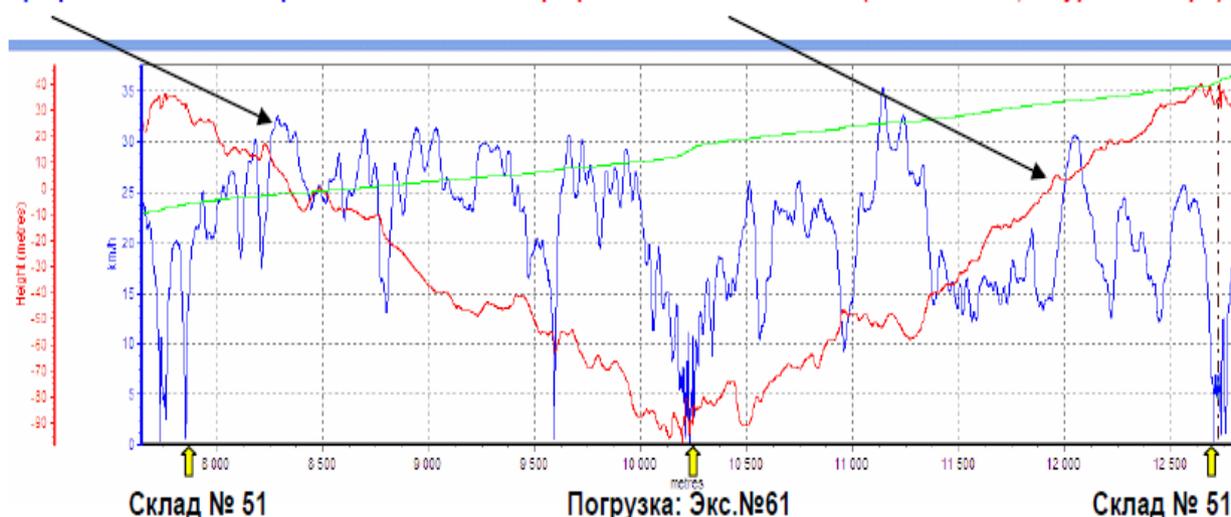
машин в современных условиях, применяются системы мониторинга эксплуатации карьерной техники [2].

Исходными материалами для исследования послужили данные бортовых контроллеров карьерных автосамосвалов АТЦ Качарского карьера АО «ССГПО». Оборудованием: измерительный и фиксирующий комплекс, основанный на GPS-навигации (RacelogicV-boxVB2SX5 S/n 009697). Нормальная частота измерения 5Гц (5 раз в секунду). Комплекс с высокой точностью позволяет определять: скорость движения, время, пройденное расстояние, высоту положения относительно уровня моря, траекторию движения, все виды ускорений и т.д. Проехав по определенной трассе были получены следующие данные графики изменения скорости и высота от уровня моря, полученные бортовыми контроллерами, показаны на рисунках 1 и 2.

Контролеры, установленные на автосамосвале, фиксировали также потерю времени при ожидании погрузки, которую можно заметить на рисунке 1 (на рисунке зеленая линия – график времени).

График изменения скорости

График изменения высоты (абсолютной, от уровня моря)

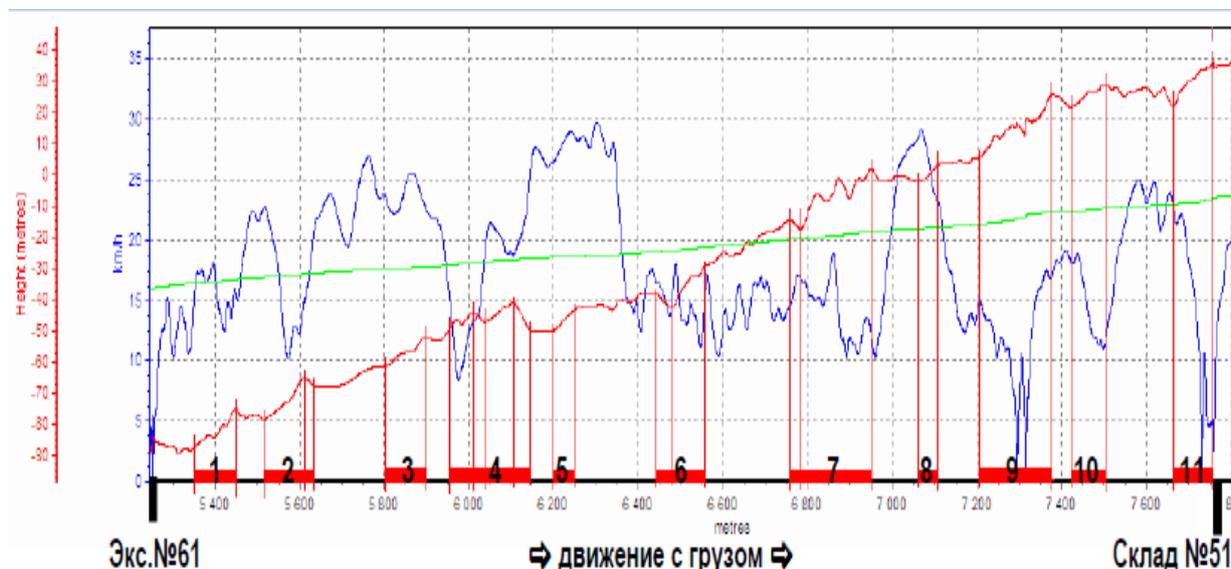


Склад № 51

Погрузка: Экс.№61

Склад № 51

Рис. 1. Графики изменения скорости движения и изменения высоты



Экс.№61

⇔ движение с грузом ⇔

Склад №51

Рис. 2. Графики изменения скорости движения и изменения высоты с указанием участков трассы с уклоном более 8

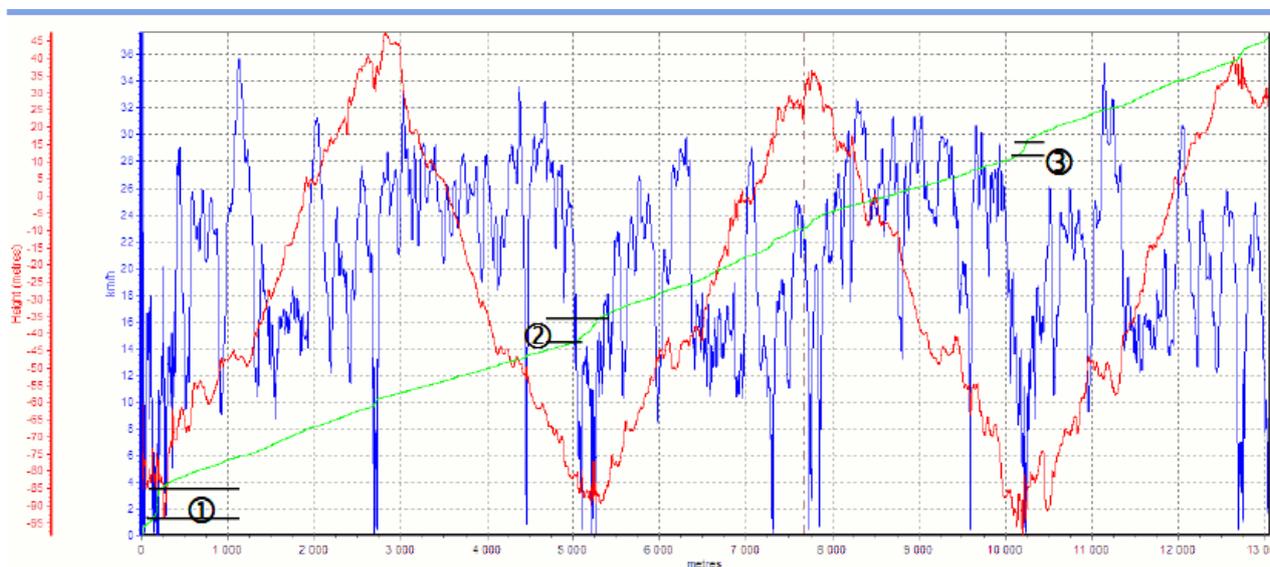


Рис. 3. Зависимость скорости, высотных отметок и времени при движении

Простои на пункте загрузки можно объяснить следующими причинами.

При определении парка самосвалов достаточно часто количество машин составляет не целое число, а дробное. При этом приходится округлять количество машин в большую сторону, что приводит к образованию очереди и простоя самосвалов, или в меньшую, при этом простаивает экскаватор [3, 4].

Попробуем оценить время простоя для примера, рассмотренного в работе. Предлагается,

что экскаватор ЭКГ-8Ус обслуживает автосамосвалы марки САТ -777. Расчет ведется из условия, что под погрузкой всегда должен находиться самосвал.

Число машин можно определить по формуле:

$$n = \frac{T_p}{t_{\text{погр}}} \quad (1)$$

где  $T_p$  – время рейса, мин;

$t_{\text{погр}}$  – время погрузки, мин.

Результаты расчетов приведены в таблице.

Таблица

#### Результаты расчета

Расстояние транспортировки, км	Скорость груженого самосвала, км/ч	Скорость пологого самосвала, км/ч	Время погрузки, ч	Время рейса, ч	Число машин
1,5	29	19	0,044	0,199	4,52

В результате расчетов число машин получается дробным числом. В этом случае можно принять количество машин, обслуживающих экскаватор 4 или 5.

При использовании для транспортировки горнорудной массы четырех машин простой экскаватора составит - 83 мин за оборот четырех самосвалов. При использовании пяти машин простой автосамосвалов составит - 76 мин за оборот пяти машин.

При однотипной структуре парка самосвалов время загрузки одинаково для всех машин. Самосвалы должны подаваться под погрузку через плановый интервал времени. Так как в реальных условиях сложно выдержать плановый интервал времени движения, то могут возникнуть простои как самосвала, так и экскаватора.

Для того, чтобы сократить простои экскаватора и самосвалов предлагается рассмотреть вариант использования разнотипной структуры парка самосвалов, в частности САТ-777 и БелАЗ-75131. Эти самосвалы имеют разную грузоподъемность и скорости движения. Если оценивать предложенные машины с экономической точки зрения, то первоначальная стоимость БелАЗа и затраты на его эксплуатацию значительно ниже, чем у САТ.

При использовании трех машин модели САТ и одной машины модели БелАЗ простой всех самосвалов за смену составит примерно 8 часов.

В случае транспортировки горнорудной массы двумя самосвалами модели САТ и двумя

самосвалами модели БелАЗ, простой всех самосвалов за смену составит около 2 часов.

Таким образом, при разнотипной структуре парка самосвалов можно подобрать к одному экскаватору такое сочетание самосвалов с различными техническими характеристиками, при котором простой машин будет минимальным. Это так же позволит снизить эксплуатационные расходы и использовать существующий парк самосвалов без дополнительных затрат на покупку новых машин.

#### Литература

1. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н. Вопросы повышения эффективности работы карьерного автотранспорта // Вестник ОГУ. – 2011. – № 10 (129). – С. 20-25.
2. Дадонов М.В. Повышение эффективности работы карьерного автомобильного транспорта методами и средствами оперативного управления: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1999. – 189 с.
3. Вуейкова, О.Н. Теоретическое обоснование влияния структуры парка автосамосвалов на простои автомобильно-экскаваторных комплексов открытых горнорудных карьеров / Ольга Николаевна Вуейкова 26 February 2017' Nosov Magnitogorsk State Technical University.
4. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н., Куватов В.И. Моделирование работы автомобилей в карьерах // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. – № 3. – С. 49-52.

**BEISENOV Aidos Azamatovich**

graduate student of the Department of Metallurgy and Mining,  
Rudnensky Industrial Institute, Republic of Kazakhstan, Kostanay region, Rudny

**OPTIMIZATION OF DOWNTIME OF DUMP TRUCKS  
AND RECOMMENDATIONS FOR THE USE OF A DIFFERENT TYPE  
OF DUMP TRUCK FLEET STRUCTURE IN THE CONDITIONS  
OF THE KACHARSKY QUARRY**

**Abstract.** *This article discusses the problem of dump truck downtime due to deviations from the estimated flight time and their economic damage. It also indicates the organizational and technical reasons for downtime and losses in transportation volumes when using an automobile excavator complex. The study was conducted on the basis of data from on-board dump truck controllers, which recorded downtime while waiting for loading. It is proposed to consider the possibility of using a different type of dump truck fleet structure to reduce downtime and operating costs.*

**Keywords:** *dump truck, downtime, transportation of ore, automobile and excavator complex, the same and different types of dump truck fleet structure.*

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**БОЙКАЧЁВ Владислав Наумович**  
директор, кандидат технических наук,  
АНО «НТИЦ «Техком»,  
Россия, г. Москва

**РЫСИН Андрей Владимирович**  
радиоинженер, АНО «НТИЦ «Техком»,  
Россия, г. Москва

**НАЯНОВ Алексей Михайлович**  
начальник сектора, АНО «НТИЦ «Техком»,  
Россия, г. Москва

## СПОСОБ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ (РТР) ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОМЕХ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ (БПЛА) ПРОТИВНИКА С ПОМОЩЬЮ АКТИВНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЁТОК (АФАР) НА БПЛА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ (РЭБ) НА ОСНОВЕ РАДИО-МОДУЛЕЙ

**Аннотация.** В статье представлен способ радиотехнической разведки, позволяющий определять параметры сигналов противника с высокой степенью идентификации, с целью создания эффективных ответных ретрансляционных помех.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, активная фазированная решётка, радио-модуль, цифровая фазовая автоподстройка частоты, корреляционная функция.

Первым фактором при подавлении радиоэлектронных средств противника является определение несущих частот работы. Этот диапазон несущих частот сигналов может находиться в районе от сотен мегагерц до десятков гигагерц. Отсюда требование логического деления диапазона АФАР на БПЛА. В [1-8] мы показали принципы создания и обработки сигнала в АФАР в диапазоне от 250 МГц до 4 ГГц на основе предлагаемых унифицированных радио-модулей. В диапазоне от 4 до 6 ГГц при антеннах на патч надо использовать для АФАР уже специализированные функциональные, электрические схемы, а также на их основе формировать топологию планарного размещения радиоэлементов относительно полотна АФАР. При диапазоне порядка десятка гигагерц используются, как правило, щелевые

антенные решётки и здесь применяется конструкция модулей приёмопередатчиков с перпендикулярным подключением модулей к полотну АФАР. Однако, чем выше несущая частота, тем на меньших дальностях от командного пункта управления (КПУ) можно осуществлять связь с данным БПЛА, так как растёт энергопотребление за счёт повышения частоты и трудно обеспечить всенаправленную антенну, что определяется условием барражирования на театре военных действий (ТВД) для поиска целей и их уничтожения. Кроме того, при повышении частоты улучшаются условия для постановки помех с помощью подвижных АФАР РЭБ, которые в этом случае могут иметь высокий коэффициент направленного действия антенн (КНД) в направлении подавляемого средства. Например, сейчас успешно

применяются БПЛА со щелевыми антенными решётками против РЛС контрбатарейной борьбы AN/TPQ-36 работающей в X-диапазоне (порядка 10 ГГц). Преимущество БПЛА в том, что они могут заходить на цель уничтожения с любого направления и РЛС контрбатарейной борьбы просто не увидят атакующий БПЛА. Так

как современные БПЛА не могут обойтись без систем навигации для определения местоположения и связи, то отсюда существует оптимум используемых радиочастот, для подавления исходя из частот современных систем навигации и связи. Для систем навигации используются диапазоны частот на рисунке 1.



Рис. 1. Частотные диапазоны навигаторов спутниковых систем связи

Необходимо отметить, что такие широко используемые системы связи как «GSM1800», «Iridium» и «Globalstar» также находятся в данном диапазоне частот.

Так как для БПЛА дальнего действия особую роль играют навигационные спутниковые системы, то для оценки возможности подавления

навигаторов возьмём помехоустойчивый навигационный приёмник «Каскад-4М». Пример этого навигационного помехоустойчивого приёмника размерами 130 мм x 130 мм x 22 мм, работающего в этом же диапазоне частот, показан на рисунке 2.

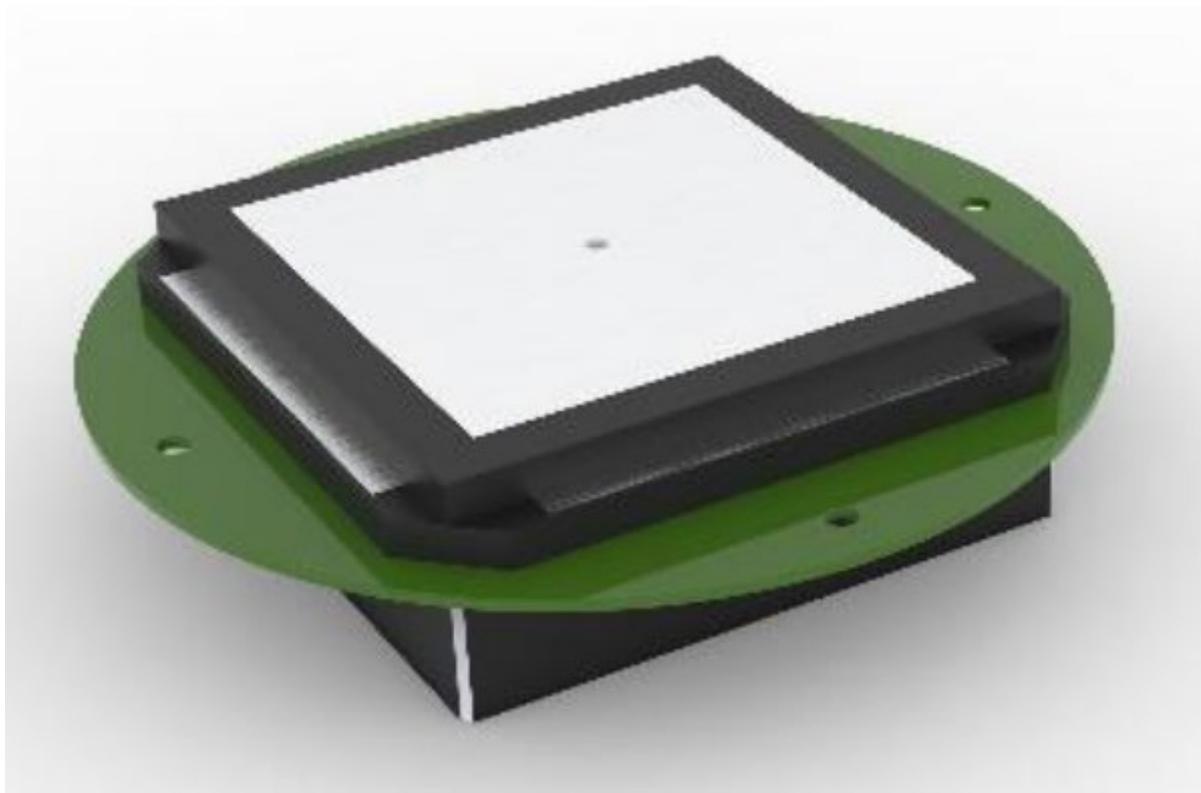


Рис. 2. Навигационный приёмник «Каскад-4М» при энергопотреблении в 6 Вт, и весе 250 г.

Собственно помехозащищённость в «Каскад-4М» обеспечивается накоплением кода и соответственно использованием патч-антенны, что предполагает помехоустойчивость до 90 дБ.

Ранее в [1-8] мы показали возможность создания АФАР как средства связи и навигации на основе унифицированного оптимизированного радио-модуля в диапазоне от 0,25 ГГц до 4 ГГц (это без учёта дальнейшей микроминиатюризации). Однако, АФАР может использоваться не только как средство связи и радиуправления на основе унифицированных радио-модулей, выполнять функцию навигатора, радиотехнической разведки (РТР) с определением местоположения источника радиосигнала противника и его уничтожения, но АФАР может использоваться и как средство обнаружения БПЛА противника с постановкой помех в процессе радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Определение местоположения БПЛА противника радиолокационным способом очень важно для РЭБ, так как подлёт нашего БПЛА к БПЛА противника, для постановки помех или уничтожения, эффективно осуществлять на небольших расстояниях. Например, РЛС контрбатареи борьбы АН/ТРQ-53 работает в диапазоне 2–4 ГГц, что позволяет для противодействия использовать БПЛА с АФАР для РЭБ на

предлагаемых радио-модулях. Для эффективной постановки помех необходимо использовать помеховые сигналы идентичные сигналам связи, РЛС и навигации, что исключает возможность идентификации наличия помехи по признакам различия. Оценка результатов борьбы на современном театре военных действий (ТВД) показала, что применение наземных комплексов РЭБ эффективно при малом времени работы, так как противник уничтожает такие средства РЭБ по сигналу помехи. Поэтому для постановки помех БПЛА противника, у которых скорость не превышает сотен километров в час, должны использоваться БПЛА РЭБ с АФАР. БПЛА РЭБ с АФАР в силу своей мобильности и многочисленности, при динамике движения, могут во времени менять источник помехового воздействия. Такой способ исключает вариант наведения по источнику помехи.

Если противник использует БПЛА дальнего действия, то наведение на цель осуществляется по данным от систем навигации. В этом случае эффективным средством противодействия является уничтожение БПЛА или его дезориентация за счёт помех системе навигации. Предположим, что перед уничтожением БПЛА противника с дальним радиусом действия используется постановка помех. Для оценки

воздействия помех нами выбран приёмник навигации «Каскад-4М». В этом случае в диапазоне 1142,5 МГц до 2170,75 МГц находятся навигационные сигналы таких систем навигации как GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou. В заявленных характеристиках глушение «Каскад-4М» от борта с мощностью в 100 Вт происходит на расстояниях 100–200 м и от борта с мощностью в 40 Вт на расстоянии 30 м. Понятно, что данный вариант рассматривался для случая, когда местонахождение БПЛА противника неизвестно и используется ненаправленная антенна РЭБ. В нашем случае мы предполагаем использование АФАР на БПЛА типа «Орлан-10» с размерами 56 см в длину и 28 см в ширину, что как будет показано ниже, позволяет определять местонахождение БПЛА противника на дальностях порядка 6–10 км. Общий энергетический потенциал с учётом мощности усилителей АФАР (4 усилителя мощности (УМ) на 1 патч) и КНД АФАР может достигать  $16 \text{ радиомодулей} \times 4 \text{ Вт} \times 223,87 \text{ (23,5 дБ КНД АФАР)} = 14328 \text{ Вт}$ . При этом подавление приёмника «Каскад – 4М» уже возможно на дальности  $(143,28)^{1/2} \times 100 \text{ м} = 1,2 \text{ км}$ . Это сравнимо с глушением обычного навигационного приёмника ubloxM10 на расстояниях 1,5–3 км при мощности помехи в 40 Вт. Напомним, что в «Globalstar» на один элемент патч в диапазоне 2483.5–2500 MHz используется усилитель мощности в 4,5 Вт, что означает возможность повышения мощности для нашего случая, например, в 4,5 раза. Это даст подавление на дальности не в 1,2 км, а уже на дальности в 2,5 км для навигатора «Каскад-4М».

Однако этот вариант постановки помех не учитывает тот факт, что навигационные спутниковые системы не работают индивидуально с отдельным навигационным приёмником. Отсюда используемые коды спутников постоянны в течение продолжительного периода времени. Поэтому, так как траектории спутников известны, и они постоянно излучают сигналы для навигации, то коды легко выявляются

на основе, например, наземных средств за счёт антенн с высоким КНД (более подробно способ выявления кодов противника будет рассмотрен несколько ниже). Затем код запоминается в течение, например, 1 мс и передаётся на БПЛА постановщик помех. Далее постановщик помех начинает ретранслировать данный код со сдвигом кода на символ во времени каждую 1 мс, при скорости передачи кода в 10 Мбит/сек и накоплении 10000 бит. Этот вариант, обеспечивает срыв символьной и частотной синхронизации в течение 10 секунд, и даёт неверное определение местоположения с меньшим энергетическим потенциалом помехи. Понятно, что с учётом расстояний от БПЛА противника до БПЛА РЭБ возможен комбинированный метод. Наше АФАР БПЛА, которое показано на рисунке 3 на 16 предлагаемых радиомодулях позволяет генерировать одновременно коды на 16 несущих частотах, что при использовании двухчастотного режима (диапазон частот L1, L2) даёт сигналы от 8 спутников навигации. Реально для определения координат БПЛА используются одновременно 4 спутника навигации, поэтому можно использовать ретрансляцию со сдвигом во времени на два символа каждую миллисекунду с излучением двух кодовых сигналов со сдвигом между ними, например, на один символ каждые 0,5 мс. В этом случае время на срыв сопровождения по кодам 4-х спутников составит 5 секунд и менее. Отсюда, если исходить из дальности подавления более 2,5 км, то кратковременное повышение мощности помехового кодового сигнала в АФАР БПЛА РЭБ на 5 секунд, с интервалами повторения через 50 сек не приведёт к перегреву УМ, но приведёт к дезориентации БПЛА противника. Наличие нескольких БПЛА РЭБ с АФАР для подавления, что связано с исключением наведения по помеховым сигналам, сократит интервал времени отсутствия помехового воздействия и приведёт к сокращению времени для получения срыва сопровождения по коду.

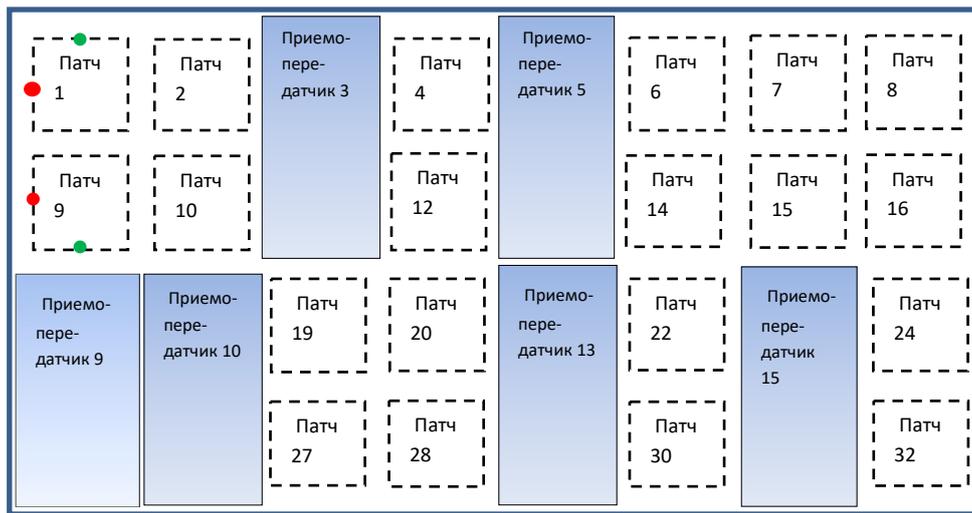


Рис. 3. АФАР БПЛА на 16 радио-модулей

При этом предлагаемый радио-модуль состоит из двух плат представленных на рисунках 4 и 5.

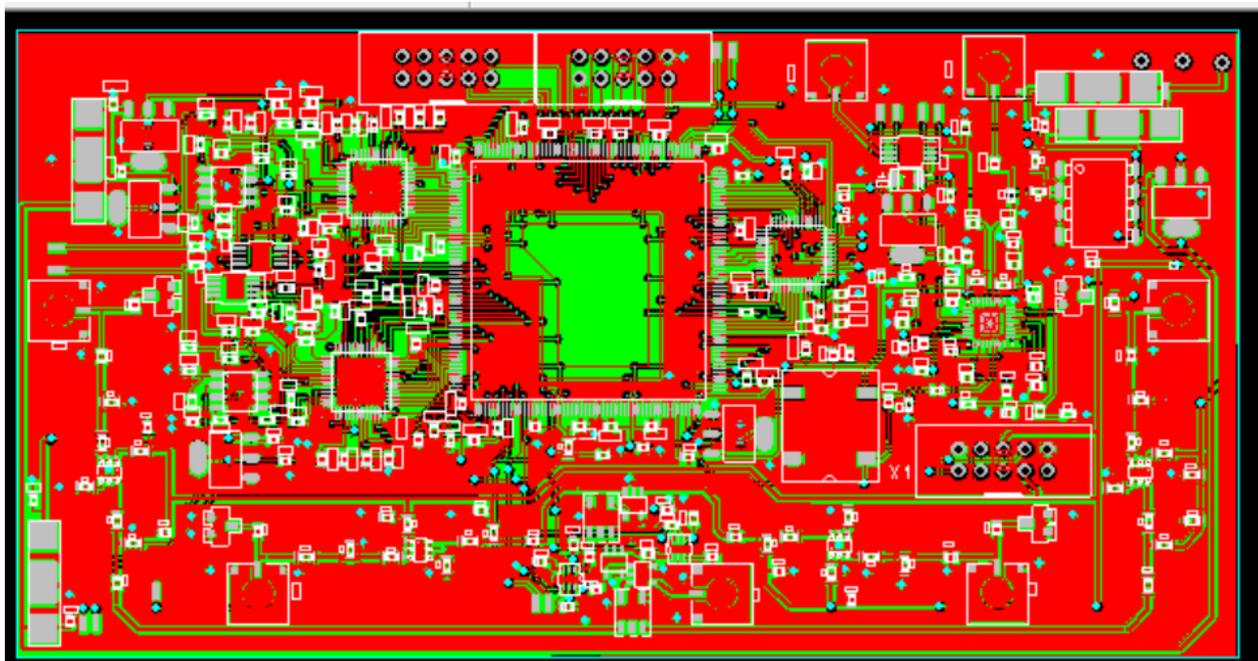


Рис. 4. Вид многослойной отладочной печатной платы 1

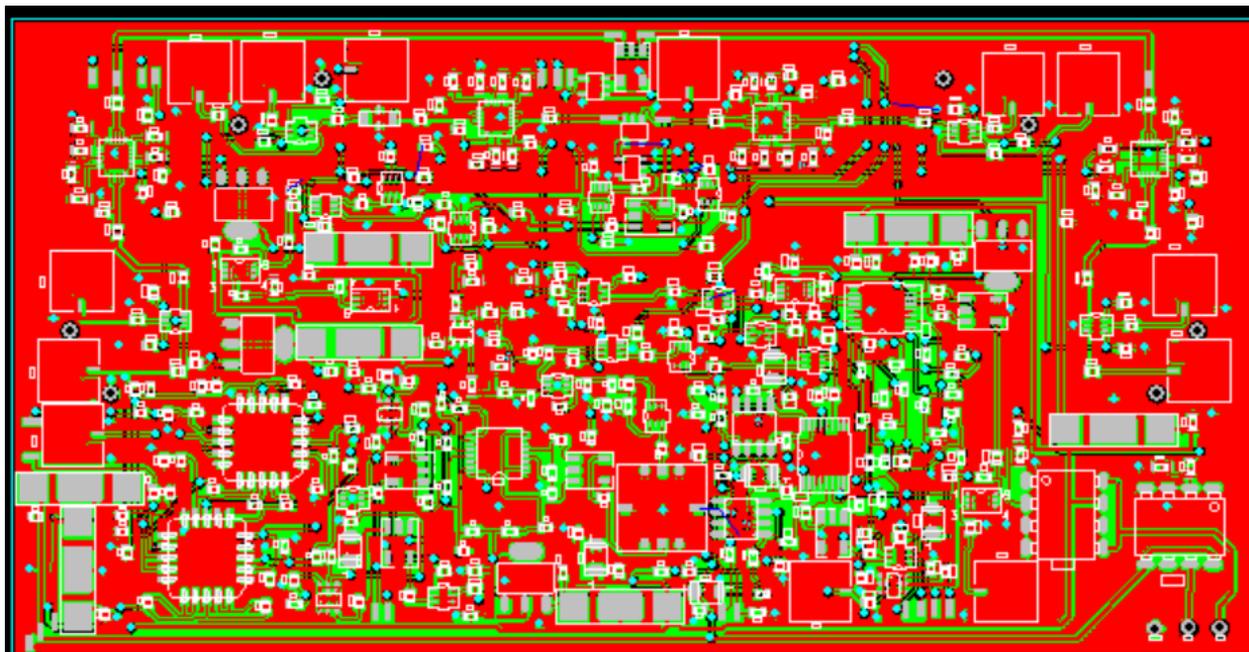


Рис. 5. Вид многослойной отладочной печатной платы 2

Их расположение в радио-модуле показано на рисунке 6.

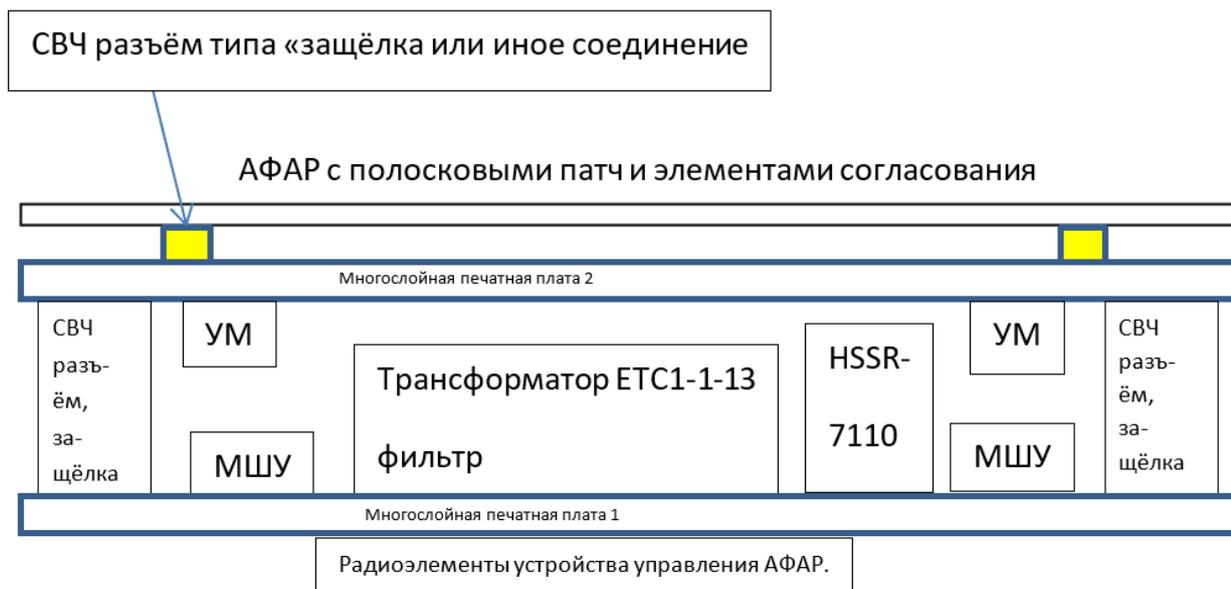


Рис. 6. Конструкция с боку предлагаемого радио-модуля с размерами 14см×7 см×2 см

Топология размещения усилителей мощности (УМ) на плате № 2 и маломощных усилителей (МШУ) на плате № 1 соответствует

созданию круговой (правой и левой) поляризации как показано на рисунке 7.

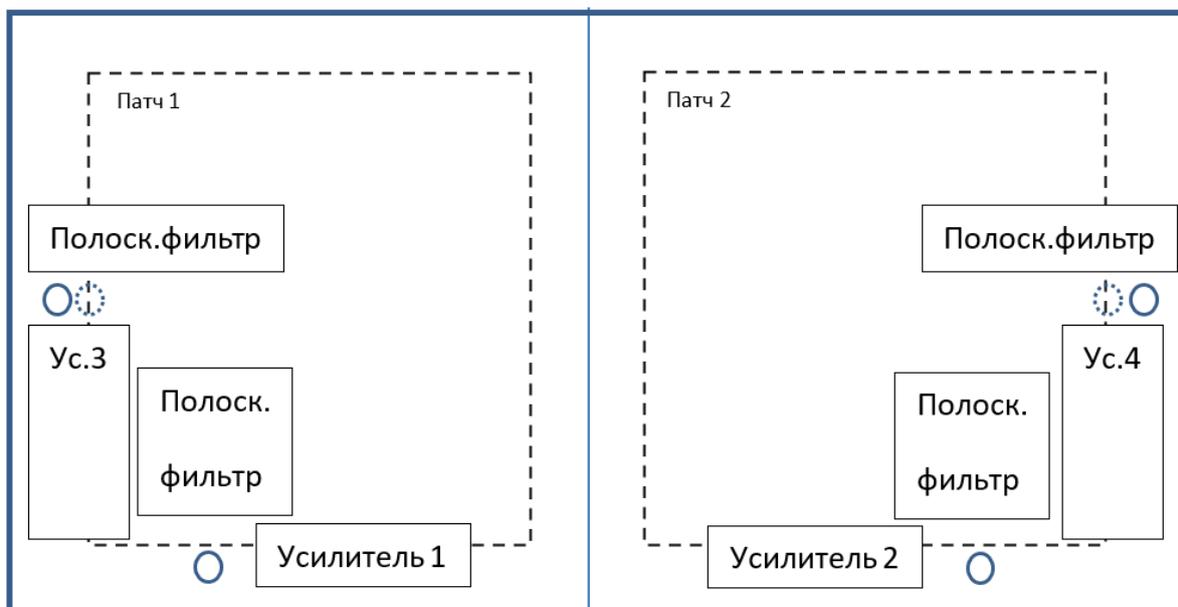
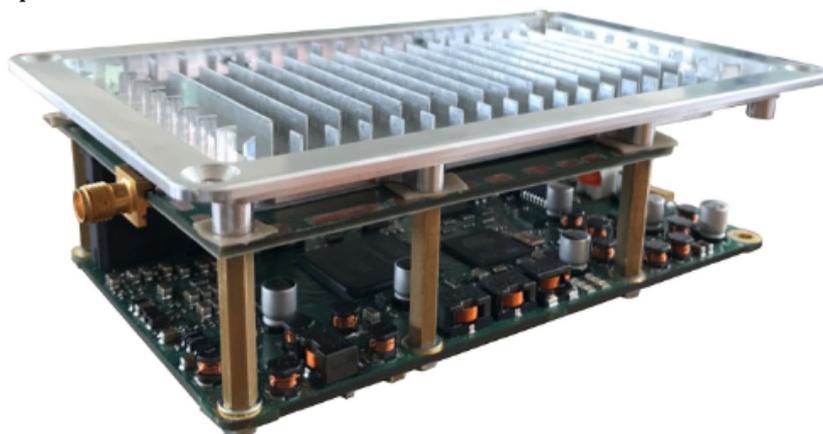


Рис. 7. Размещение усилителей на платах с наличием согласования с патч-элементами антенны

Для сравнения приводим специализированный приёмопередатчик близкий по конструкции на рисунке 8, при этом антенна является

отдельным не связанным элементом и подключается через СВЧ разъём.



Размер, включая радио-модуль (мм): 140x80x40;  
 Вес (гр): 150;

Максимальная мощность (Вт): 0.3;  
 Диапазон частот (МГц): 3400-3600 полоса до 28 МГц  
 Временной дуплекс с изменяемым соотношением восходящего и нисходящего трафика  
 Полоса частот (МГц ): 7,14,28;  
 Чувствительность/скорость для полосы (МГц): 7;

ШПС = -105 дБм / 550 кбит в секунду  
 QPSK 1/2 = -88 дБм / 4500 кбит в секунду  
 QPSK 3/4 = -85 дБм / 6750 кбит в секунду  
 QAM16 1/2 = -81 дБм / 9000 кбит в секунду  
 QAM16 3/4 = -77 дБм / 13500 кбит в секунду  
 QAM64 2/3 = -73 дБм / 18000 кбит в секунду

Рис. 8. Радио-модуль БПЛА для связи на малых дальностях

Этот радио-модуль работает в диапазоне частот от 3,4 ГГц до 3,6 ГГц и с управлением E2E4 KNUKRI STEALTH имеет мощность в 0,3 Вт.

Исходя из диапазона частот, данная конструкция по рисунку 8 не приспособлена по габаритам для размещения под элементами патч АФАР.

Понятно, что в концепции близкого расположения постановщика помех к БПЛА противника большое значение отводится обнаружению БПЛА противника с помощью либо АФАР БПЛА, либо любого другого РЛС.

Проведём необходимые расчёты для АФАР БПЛА при выполнении функции РЛС. Считаем коэффициент усиления луча АФАР БПЛА  $G_{прди}=G_{прми}=223,87$  (23,5 дБ). Мощность от одного усилителя SZA-2044 (2-2,7 ГГц) при питании в 5

$$F_{прми} = P_{прди} \times G_{прди} \times G_{прм} \times \lambda_u^2 \times \frac{\sigma}{[(4 \times \pi)^2 \times q \times k \times T_{ш} \times D_u^4]} = 64 \times 223,87 \times 223,87 \times (0,12499)^2 \times \frac{0,01}{[(4 \times \pi)^2 \times 27 \times 1,38 \times 10^{-23} \times 600 \times (6,1 \times 10^3)^4]} = 10 \text{ кГц} \quad (1)$$

Иными словами, при непрерывном накоплении радиосигнала в фильтре в полосе 10 кГц в течение 100 мкс, мы получим обнаружение БПЛА противника на дальности в 6 км. Надо отметить, при использовании кодового ФКМ сигнала при скорости передачи в 41 Мбит/сек мы будем принимать пятно на Земле в 3,6 метра с возможностью разрешения местоположения пика сигнала в этом пятне при такте дискретизации в 123 МГц порядка 1,2 метра (с учётом сплайнов при дискретизации по амплитуде в несколько раз точнее). Это позволяет

$$F_d = 2 \times V_{бпла} \times f/c = 2 \times 69,45 \times 2,4 \times 10^9 / (3 \times 10^8) = 0,89 \text{ кГц.} \quad (2)$$

В этом случае мы при обнаружении БПЛА противника в режиме передачи и приёма можем использовать скважность  $Q=10$ . Это позволит снизить потребляемую мощность при режиме обнаружения БПЛА противника в 10 раз. За 1 мс БПЛА противника может переместиться на величину 0,06945 м. Это означает, что луч АФАР может в режиме обнаружения принимать ещё 20 положений по углу азимута и места с изменением положения БПЛА противника на 1,389 метра, если исходить из символьной синхронизации для импульсов в коде в 38 Мбит/сек.

Учтём, что у нас коэффициент усиления антенны нашего АФАР  $G_{АФАР}=223,87$  (23,5 дБ). Отсюда вычислим диаграмму направленности в градусах по уровню 0,5 как по азимуту, так и по углу места по формуле (3):

$$G = 35500 / (\alpha_{аз} \times \beta_{ум}) \quad (3)$$

С учётом того, что по углу места она должна быть в 2 раза шире. Подставив значение  $G_{АФАР}$  в

В составляет  $P_{прди}=1$  Вт, а так как у нас 64 таких усилителя, то общая мощность  $P_{прди}=64$  Вт. Выбираем несущую частоту  $f_u = 2,4$  ГГц (длина волны  $\lambda_u = 0,12499$  м) в диапазоне работы усилителя SZA-2044 (2,2 ГГц – 2,5 ГГц). Соответственно считаем эффективную поверхность рассеяния БПЛА противника порядка  $\sigma = 0,01 \text{ м}^2$  (это 10 см × 10 см). Выбираем отношение сигнал/шум  $q=27$  (вероятность ошибки для ФКМ сигнала  $10^{-7}$ ), при шумовой температуре  $T_{ш}=600$  К, соответственно в формуле  $k$  – постоянная Больцмана, При дальности порядка 6 км нам для обнаружения потребуется полоса пропускания, которая вычисляется по формуле:

обнаруживать цели на поверхности Земли по превышению над заданными порогами. Однако нам необходимо разбить участок по дальности обнаружения БПЛА на время передачи и обнаружения за счёт скважности сигнала. При этом необходимо учесть скорость движения БПЛА противника и значение доплеровской частоты. Пусть скорость БПЛА противника 250 км/час ( $V_{бпла}=69,45$  м/сек) несущая частота для обнаружения БПЛА  $f=2,4$  ГГц, отсюда вычислим доплеровскую частоту  $F_d$  по формуле:

формулу (3), имеем  $\alpha_{аз} = 8,9$  градуса,  $\beta_{ум} = 17,8$  градуса. Если считать, что по азимуту будет 10 положений, а положений по углу места при этом может быть два, то сектор обзора составит 89 градусов по азимуту и 35,6 градуса по углу места. В данном случае мы выбрали рубеж по дальности в 6 км, при котором будет происходить обнаружение БПЛА противника в режиме поиска по угловым координатам. Учитывая, что у нас в режиме накопления используются импульсы порядка 38 Мбит/сек с тактом дискретизации в 152 МГц, то символьная синхронизация по коду будет обеспечена, так как мы имеем 4 строка при накоплении отстоящих на величину такта в 152 МГц, что даёт расхождение по дальности в 0,9868 метра. Поэтому за 4 строка (это в сумме 3,95 метра при анализе общего строка) при накоплении в режиме обнаружения, отражённый сигнал от БПЛА противника выйти не может в течение 20 мс. Однако нам желательно увеличить дальность обнаружения до 10 км и более. Это можно обеспечить

за счёт увеличения мощности каждого усилителя в импульсе до 4,5 Вт, что даст увеличение дальности до 8,7 км, или за счёт увеличения времени накопления, а это достигается увеличением времени накопления с 1 мс до 10 мс. В этом случае дальность обнаружения по формуле (1) составит величину  $6,1 \text{ км} \times 10^{1/4} = 10,84 \text{ км}$ . Предположим, что один БПЛА РЭБ обслуживает по обнаружению БПЛА противника линию соприкосновения в 10 км на дальности от линии соприкосновения в 10 км. Тогда сектор углового обзора равен  $\pm 30$  градусов по азимуту. На дальности в 10 км при высоте полёта БПЛА до 6 км (это максимальный потолок для БПЛА «Орлан-10») сектор обзора составит 35,6 градуса. Таким образом, мы имеем 14 необходимых угловых положений на дальности обнаружения в 10 км. Так как время накопления 10 мс, то есть увеличилось в 10 раз, то луч АФАР должен находиться в выбранном положении в 10 раз дольше. В этом случае общее время поиска при обнаружении увеличится в 10 раз и с учётом 14 угловых положений составит 140 мс. За это время БПЛА противника при скорости в 250 км/ч переместится на 9,7 м. Так как мы имеем 4 строба в одном ПЛИС отстоящих на величину такта в 152 МГц при накоплении кода в фильтре в 100 Гц при скорости передачи в 38 Мбит/сек, то это даёт расхождение по дальности в 0,9868 метра. Это означает, что нам надо снизить скорость передачи кода с 38 Мбит/сек до 3,8 Мбит/сек. То есть, в начальный период времени при обнаружении можно использовать временное стробирование не с величиной 38 Мбит/сек, а в 10 раз меньше, вплоть до 1 Мбит/сек и после обнаружения далее увеличивать точность определения БПЛА противника по дальности. Преимущество перехода на 3,8 Мбит/сек заключается и в том, что подстройка по частоте Доплера по ФАПЧ может уже производиться внутри ПЛИС с наличием промежуточной частоты порядка 9,5–19 МГц. Понятно, что при сужении полосы пропускания потребуется использование параллельной фильтрации для выявления БПЛА по доплеровской частоте, и это может потребовать использование всех 16 ПЛИС радио-модулей с разнесением на 16 полос по частоте Доплера при фильтрации. Надо отметить, что если совместить режим скважности при  $Q=2$  излучаемого сигнала в режиме РЛС с поиском по направлению, с учётом возможного времени прихода сигнала из-за задержки по дальности, то можно сохранить скорость в 38 Мбит/сек без ухода из строба символьной синхронизации. Это связано с тем, что радиосигнал за 1 мкс проходит 300 м. При прохождении 10 км задержка сигнала от передачи до

прихода составляет  $100 \text{ мкс} / 3 = 33 \text{ мкс}$ . Как было подсчитано по формуле (1) при дальности в 10 км нам требуется накопление сигнала в течение 1 мс. Это означает, что мы должны иметь накопление как минимум из 30 пачек по 33 мкс со скважностью 2. Таким образом, время положения луча в одном направлении составит 2 мс, а общее время обзора при 14-ти направлениях луча АФАР составит 28 мс. За это время при скорости в 250 км/час БПЛА переместится на  $69,45 \text{ м/сек} \times 0,028 \text{ сек} = 1,944 \text{ метра}$ . Так как общий строб из 4-х при тактах дискретизации в 152 МГц составляет 3,95 метра, то мы можем допустить скважность  $Q=4$ . Однако такое преимущество при использовании 38 Мбит/сек связано с увеличением энергетических потерь при передаче по сравнению со скважностью равной 10 в 2,5 раза. Поэтому для достижения скважности порядка 10, можно сократить сектор обзора с увеличением количества БПЛА, выполняющих функцию РЛС.

Принципы постановки помех БПЛА противника средствам связи также не могут обойтись без определения местоположения. Здесь близость к БПЛА противника позволяет достаточно точно и за короткий срок времени определять сигнал информации от БПЛА до КПУ, и наоборот. По сути, мы имеем войну между БПЛА, когда они используются и как средства связи, навигации, РЛС, РТР, подавления с помощью помех и как средства уничтожения. В случае подавления при РЭБ эффективно использовать ответные ретрансляционные помехи. Здесь, сигнал связи от БПЛА противника или его командного пункта управления (КПУ) принимается одним БПЛА РЭБ с АФАР и для обеспечения развязки по несущей частоте передаётся на низкой частоте на другой БПЛА РЭБ с АФАР. На втором БПЛА РЭБ с АФАР с учётом кода, переданного по низкой частоте, осуществляется восстановление сигнала на несущей частоте с формированием псевдослучайного шумового сигнала (ПШС) в направлении на БПЛА противника или КПУ противника. Знание местоположения БПЛА противника позволяет располагать БПЛА РЭБ ближе к КПУ противника с улучшением энергетического потенциала и чувствительности. Соответственно сигнал от БПЛА противника к КПУ противника при передаче картинки изображения местности будет искажён сигналом БПЛА РЭБ, что в сочетании с подавлением спутниковой навигации приведёт к потере БПЛА. Сигнал от КПУ противника до БПЛА противника также будет подвержен воздействию ретранслируемых ответных помех, что не даст возможности управлять БПЛА. Однако при выявлении наличия

постановки помех и определения местоположения БПЛА РЭБ есть риск уничтожения такого БПЛА РЭБ. В этом случае необходимо применять гибкую динамическую модель из нескольких БПЛА РЭБ, при которой постановка помех осуществляется периодически каждым БПЛА РЭБ с одновременным прикрытием порядков БПЛА РЭБ по дальности из-за динамики движения вперёд-назад при наличии ответных ретрансляционных помех средствам РЛС противника. Соответственно при этом надо иметь общую картину по местоположению БПЛА РЭБ, что обеспечивается средствами навигации и связи. Такой метод эффективен и при прорыве ПВО противника любыми летательными аппаратами. Выигрыш в противостоянии средств будет в этом случае определяться количеством БПЛА и качеством радиоэлектронных средств, и здесь большую роль будет играть качество, массовость производства и дешевизна. В настоящее время получает распространение связь БПЛА через спутниковую систему «Starlink», однако метод подавления здесь аналогичен методу, описанному выше с той лишь разницей, что БПЛА РЭБ располагается между спутником «Starlink» и БПЛА противника на соответствующей высоте с учётом постановки помех на заданный диапазон несущих частот.

Следует отметить, что низкая помехозащищённость систем спутниковой навигации, а

также спутниковой связи приводит к тому, что если даже на БПЛА происходит обнаружение воздействия помех, то единственной мерой спасения БПЛА является уход из зоны ТВД, без выполнения поставленной задачи по предыдущим априорным данным. Но это в случае, если удалось вовремя идентифицировать помеху по виду практически неотличимую от кодового сигнала связи или навигации. Соответственно обеспечить при этом групповую защиту невозможно. Поэтому дополнительное преимущество предлагаемого радио-модуля заключается в возможности использования его для индивидуальных систем навигации между КПУ и БПЛА вместо спутниковых систем навигации и связи, как это было нами ранее предложено [1-8] по запросно-ответной системе с использованием суммарно-разностного метода.

Соответственно на основе принципов работы необходимо определить энергетические затраты с использованием 2 плат радио-модуля в режиме приёма и передачи. Принцип работы АФАР БПЛА на основе функциональных схем был нами описан в [6-8]. Здесь для оценки энергетических потерь мы приведём функциональные схемы с определением энергетических затрат. Функциональная схема предлагаемого радио-модуля из плат № 1 и № 2 представлена на рисунке 9.

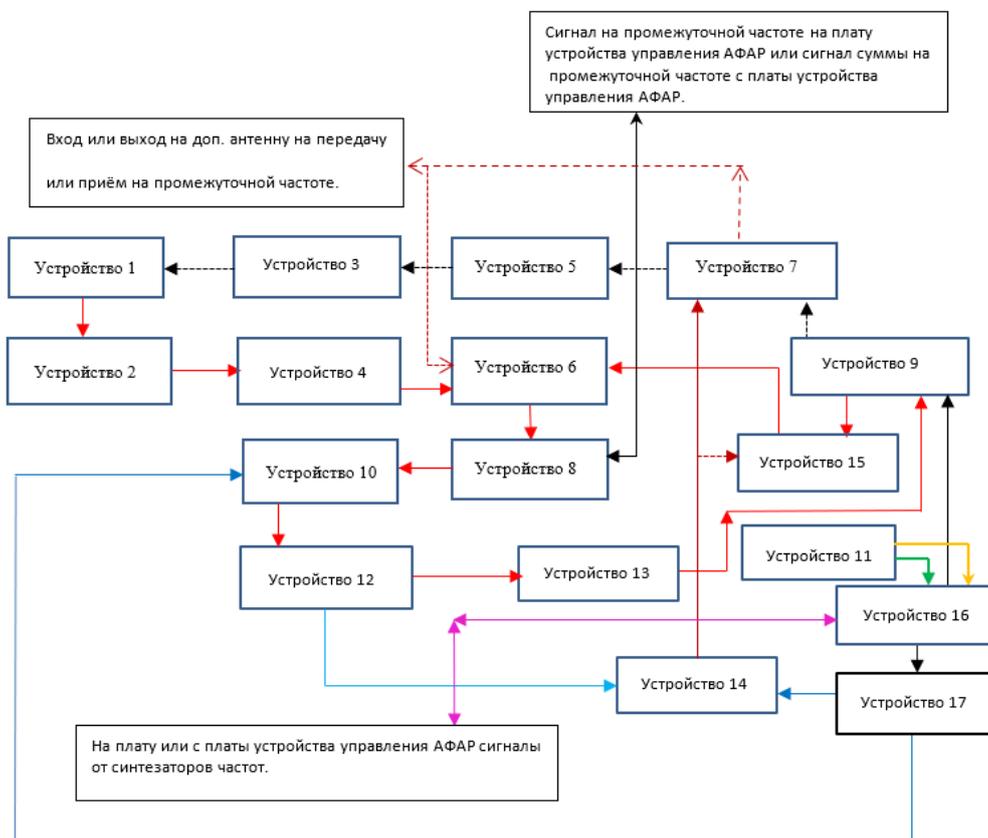


Рис. 9. Функциональная схема предлагаемого радио-модуля

Радио-модуль состоит из следующих устройств. Устройство 1 представляет собой патч-антенны с наличием согласующих элементов по коэффициенту стоячей волны (КСВ) и полосковых линий для достижения оптимальной круговой поляризации на соответствующих слоях многослойной печатной платы АФАР. Понятно, что альтернативы патч-антеннам в диапазоне от 250 МГц до 6 ГГц нет в силу обеспечения наибольшей эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) [7, с. 26-53], что повышает чувствительность. Вопрос касается обеспечения такого конструктивного решения на патч-антеннах, которое позволяло бы обеспечить все виды поляризаций для повышения помехозащищённости с минимальными энергетическими потерями и наибольшей чувствительностью. Это достигается за счёт элементов согласования в многослойной печатной плате АФАР, выбором диэлектрика в зазоре патч-антенны, и симметричного расположения усилителей мощности (УМ), а также малошумящих усилителей (МШУ) так, как показано на рисунке 7. Причём, чтобы нагрев УМ не влиял на МШУ, эти усилители разнесены на платы № 2 (рис. 5) и № 1 (рис. 4), как показано на рисунке 8 с видом с боку. Сигнал с патч-антенн поступает на устройство 2, которое состоит из 4-х малошумящих усилителей (МШУ), расположенных соответствующим образом на многослойной печатной плате № 1 по рисунку 7 (аналогичное размещение УМ, но на плате № 2). При приёме сигналы с устройства 2 от 4-х МШУ поступают на устройство 4 (расположено на плате № 1). Устройство 4 на рисунке 9 представляет собой сумматоры от 4-х сигналов с МШУ (для расширения диапазона частот возможен вариант выполнения сумматоров и делителей на трансформаторах или других радиоэлементах), а также фазоинвертор на 180 градусов с использованием ключей и трансформатора для обеспечения круговой поляризации как правой, так и левой. Кроме того, для обеспечения одинаковой фазы в двух патч, усилители, расположенные с двух противоположных крайних сторон этих патч, возбуждаются в противофазе от одного трансформатора, но с разных выводов вторичной обмотки (возможен и иной способ получения сигналов в противофазе). Это даёт синфазный сигнал электромагнитных полей в двух патч в горизонтальной плоскости. Далее суммарный сигнал поступает на устройство 6

(плата № 2). Устройство 6 – это МШУ со смесителем, где происходит смещение радиосигнала на промежуточную частоту порядка 300–400 МГц. Одновременно в устройстве 9 (балансный модулятор (БМ) на плате № 2), на основе синтезатора частоты 11 (верхняя сторона платы № 1) через ключи устройства 16 (находятся на нижней стороне платы № 1, там, где располагаются радиоэлементы управления АФАР, с подключением через металлизированные отверстия) формируются гетеродинная частота или несущая частота сигнала с информацией (помехой). Если радио-модуль используется отдельно, в качестве мобильного устройства связи абонента, то металлизированные отверстия входа и выхода от управляющей платы АФАР соединяются на верхней стороне платы № 1 через разделительные конденсаторы соответствующей величины и это обеспечивает унификацию применения радио-модулей. Соответственно, при режиме АФАР сигнал информации или помехи на несущей частоте, через ключевое устройство 16, поступает от управляющей платы АФАР, что будет показано ниже при рассмотрении функциональной схемы платы управления АФАР. В БМ (устройство 9 на плате № 2) мы имеем необходимое изменение фазы для многолучевого режима АФАР, либо происходит модуляция информацией (помехой) при отдельной работе каждого радио-модуля. С этой целью сигналы изменения фазы (или информации) поступают от ПЛИС (устройство 12 на верхней стороне платы № 1) через устройство 13 (цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) на верхней стороне платы № 1). При этом, устройство 9 представляет собой не только балансный модулятор, но в него входят также усилитель с ключами, для обеспечения переключения сигнала с его выхода, либо на смеситель устройства 6 при приёме, либо на предусилитель (устройство 7 на плате № 2) для передачи информации или сигнала помехи на несущей частоте, а также с устройства 7 через ключ осуществляется подключение к выходу дополнительной низкочастотной антенны для обеспечения режима дуплекса. Таким образом, при приёме и обнаружении сигнала информации, сформированная гетеродинная частота сигнала от устройства 9 через ключ (устройство 15 на плате № 2) поступает на смеситель в устройстве 6. Далее сигнал после переноса на промежуточную частоту порядка 300–400 МГц

поступает на устройство 8 (плата № 2). Это устройство 8 состоит из предусилителя после смесителя в устройстве 6, фильтра для исключения сигнала на несущей частоте и частоте гетеродина, логарифмического усилителя на 100 дБ и двух ключей переключения. Два соединённых ключа устройства 8 дают сигнал, либо на вход устройства управления АФАР (нижняя часть многослойной печатной платы № 1), для использования сигнала промежуточной частоты в режиме АФАР, либо на вход смесителей (устройство 10 на плате № 2) для формирования сигналов в квадратуре на нулевой промежуточной частоте (в режиме обнаружения сигнала, радиоуправления БПЛА, связи и навигации). То есть, ключи в устройстве 8 задействованы таким образом, что при использовании в качестве мобильного устройства радио-модуля, сигнал с выхода логарифмического усилителя сразу поступает на балансные усилители устройства 10. В режиме АФАР с помощью ключей передача сигнала промежуточной частоты осуществляется через СВЧ разъём типа «зашёлка» на верхнюю часть платы № 1, а далее сигнал через металлизированное отверстие (или СВЧ кабель) поступает на нижнюю часть платы № 1. Кроме того, в режиме АФАР при приёме, в устройстве 8 предусматривается, через ключи на управляющей плате АФАР обратное поступление суммарного сигнала промежуточной частоты с учётом сложения фаз от

всех радио-модулей АФАР. В этом случае промежуточный суммарный сигнал также через отдельное металлизированное отверстие поступает с нижней части платы №1 на верхнюю часть, и далее через соответствующий СВЧ разъём типа «зашёлка» поступает в устройство 8, и через ключи этого устройства на балансные смесители устройства 10. Иными словами, по сравнению с исполнением радио-модуля для абонентов, отличие в использовании в режиме АФАР касается дополнения двух ключей в плате № 2 (устройство 8). Одновременно, в режиме АФАР, в плате № 1 сигналы в противофазе от синтезатора частоты поступают не через разделительные конденсаторы на БМ (устройство 9 на плате № 2) и делитель частоты (устройство 17 на плате № 1), а через металлизированные отверстия на контактах удалённых в системе АФАР разделительных конденсаторов на плате № 1, находящихся на выходах синтезатора частоты. То есть в режиме АФАР прямое подключение через разделительные конденсаторы подменяется подключением через управляющую плату (УП) АФАР, находящуюся снизу платы № 1. Через металлизированные отверстия сигналы поступают на ключи устройство 16 на обратной стороне платы № 1, где находятся радиоэлементы управляющей платы. Сама функциональная схема управляющей платы АФАР показана на рисунке 10.

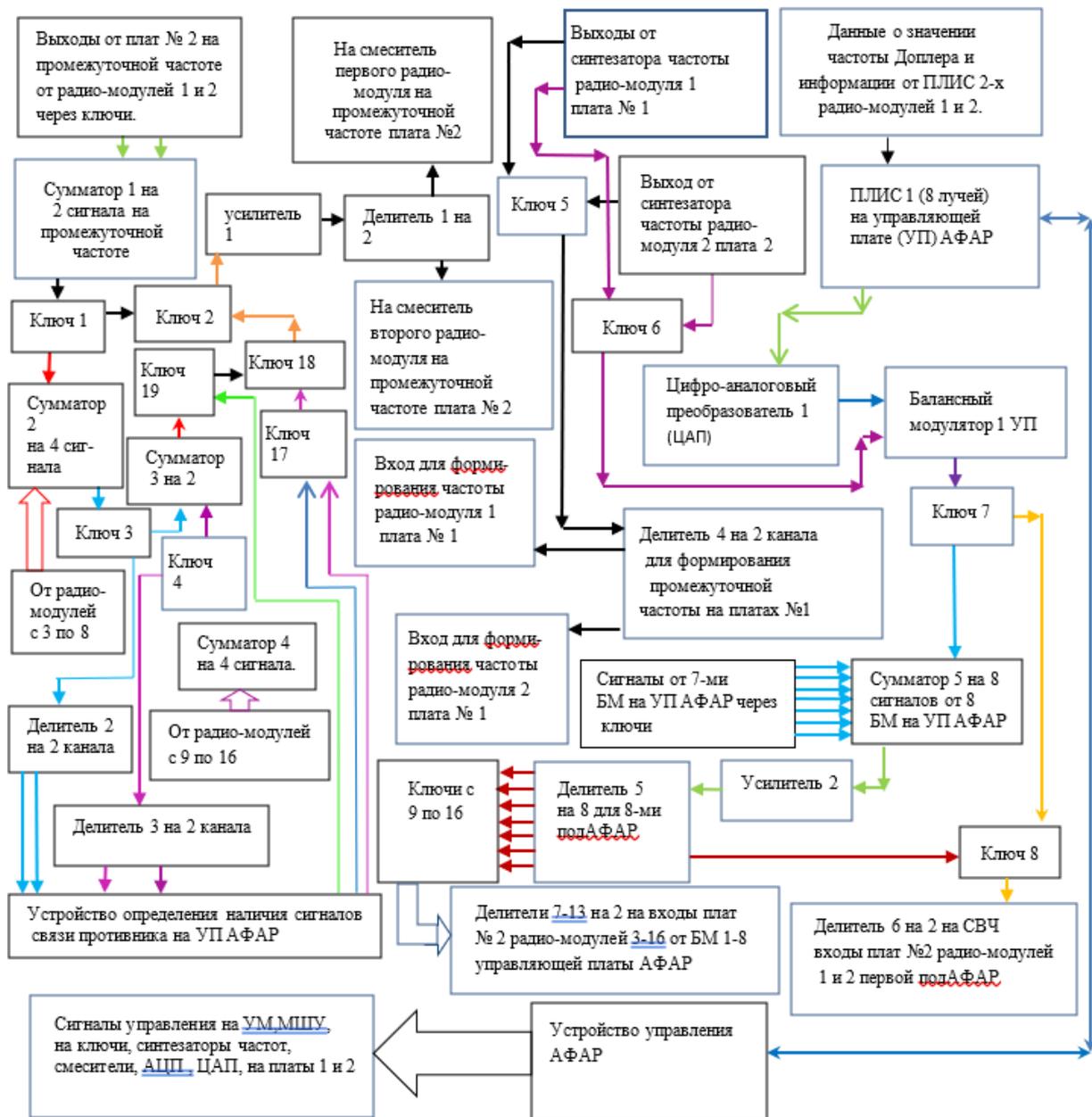


Рис. 10. Функциональная схема управляющей платы (УП) АФАР

Учитывая многофункциональность АФАР как средства связи, навигации, РЛС, определения источника сигналов противника и постановщика помех, мы рассмотрим принципы работы при различных режимах управляющей платы АФАР с учётом [8, с. 23-51]. Это определяется тем, что метод постановки помехи, который мы будем формировать, связан также с выделением сигнала информации от БПЛА противника для формирования ретрансляционной помехи. Иными словами, самая лучшая помеха эта та, которая имеет полную идентификацию с подавляемым сигналом, а для этого надо уметь выделять подавляемый сигнал. С этой целью предлагается следующий способ выделения сигнала, который описан ниже.

При приёме сигналов связи от БПЛА или отражённых сигналов от БПЛА на несущей частоте в радио-модулях, происходит их преобразование на промежуточную частоту, что необходимо для дальнейшего использования суммирования сигналов в режиме АФАР. На следующем этапе сигналы на промежуточной частоте порядка 300–400 МГц от радио-модулей 1-16 поступают с устройств 8 (плата № 2) через ключи в устройстве 8 на УП АФАР по рисунку 9 и рисунку 10. Далее эти сигналы на промежуточной частоте суммируются попарно от двух радио-модулей с образованием 8-ми подАФАР, что также используется для связи и со своими абонентами [8, с. 23-51]. На рисунке 10 это показано через сумматор 1. После

суммирования общий сигнал от двух радио-модулей поступает на ключи (на рис. 10 – это ключ 1). В устройстве управления АФАР (рис. 10) определяется режим работы. В одном положении ключей 1 и 2 в режиме связи при 8 подАФАР общий сигнал от двух радио-модулей на промежуточной частоте поступает после усиления (усилитель 1) на делитель 1, где делится на 2 сигнала. Эти сигналы с учётом фазы луча подАФАР поступают обратно на балансные смесители (устройство 10 плата № 2) через СВЧ разъём типа «защёлка». На другие входы этих балансных смесителей поступают сигналы промежуточной частоты (устройство 10 (плата № 2) на рис. 9) в квадратуре от сигнала синтезатора частоты одного из двух попарно-объединённых радио-модулей. Далее в радио-модулях эти сигналы с платы № 2 поступают на плату № 1 на дифференциальные операционные усилители, и затем на АЦП и ПЛИС (плата № 1 радио-модуля). Отметим ещё раз, что сигнал дискретизации, поступающий на АЦП от ПЛИС в объединённых радио-модулях, может иметь прямой и инверсный вид. В результате точность оцифровки повышается в 2 раза с уменьшением шумов квантования. Это улучшает и точность определения местоположения при использовании радио-модулей АФАР для навигации также в 2 раза без учёта применения сплайнов по амплитуде. В ПЛИС каждого из объединённых радио-модулей (плата № 1 радио-модулей) осуществляется обработка принимаемого сигнала с выявлением частоты Доплера (уровень управляющего напряжения) и сигнала информации (биты информации с тактом считывания). Эти данные, возможно через общее устройство управления, поступают на соответствующий из восьми ПЛИС (он обозначен на рис. 10 в единственном числе как ПЛИС 1) на плате УП АФАР исходя из формирования 8-ми лучей. В ПЛИС 1 (рис. 10) на плате УП АФАР одного из 8-ми (рис. 10) осуществляется оценка результатов полученных данных, с ПЛИС попарно объединённых радио-модулей по рисунку 9. Полученное значение управляющего напряжения для частоты Доплера используется для подстройки через сигналы по синусу и косинусу (по уровню сигнала полученного от ПЛИС радио-модулей), поступающие на ЦАП 1 (рис. 10) и далее на балансный модулятор БМ 1 УП. Одновременно с двух выходов каждого синтезатора частоты с попарно объединённых радио-модулей для формирования 8-ми лучей расположенных на плате № 1 по Рис.9 (один из

возможных режимов для связи), на плату УП АФАР поступают сигналы разной высокой (несущей или гетеродинной) частоты на ключи 5 и 6 по рисунку 10. С помощью ключей 5 и 6 определяется частота сигнала, которая будет использоваться для формирования двойной промежуточной частоты. Эта частота сигнала через СВЧ разъём типа «защёлка» будет поступать с платы № 1 на балансные смесители платы № 2 (устройство 10) через делители частоты на 2 (формирование сигналов в квадратуре). Надо отметить, что частота сигнала может быть выбрана такой, что будет обеспечиваться перенос частоты сигнала информации не на нулевую промежуточную частоту, а вторую промежуточную частоту порядка 15–30 МГц. Такой вариант возможен и при обработке сигнала связи противника при радиотехнической разведке (РТР). Это позволяет осуществлять подстройку по частоте Доплера внутри ПЛИС радио-модуля, но со снижением скорости передачи информации до 10 Мбит/сек и менее (данный режим может использоваться и для выполнения функции РЛС). Одновременно с помощью ключей 5 и 6 определяется и частота сигнала, которая будет использоваться в качестве гетеродинного сигнала с поступлением на БМ 1 УП (рис. 10). Возможны как одинаковые частоты сигналов при формировании промежуточной и основной частоты, так и разные. Далее через ключ 7 и ключ 8 и делитель 6, сигнал гетеродина со смещением по частоте Доплера через СВЧ разъём типа «защёлка» с платы № 1 поступает на устройства 9 плат № 2 (рис. 9) двух попарно-объединённых радио-модулей. В устройстве 9 плат № 2 сигнал гетеродина поступает на балансный модулятор, который изменяет фазу сигнала и обеспечивает управление лучом одной из восьми подАФАР в данном режиме работы. Соответственно при приёме этот сигнал поступает на смеситель (устройство 6 на плате № 2) через ключ (устройство 15 плата № 2) на рисунке 9. Этим самым обеспечивается приём сигнала на несущей частоте с замыканием ФАПЧ с подстройкой по частоте Доплера и выделением сигнала информации в ПЛИС радио-модулей в режиме 8-ми лучей.

Следующий режим работы при приёме сигналов в варианте одного или 2-х лучей АФАР заключается в том, что через ключ 1 УП АФАР сигнал от двух объединённых попарно радио-модулей поступает на сумматор 2 для 4 сигналов от радио-модулей 1-8. С сумматора 2 для 4-х сигналов от радио-модулей 1-8 общий сигнал

поступает на ключ 3. Аналогично с сумматора 4 для 4-х сигналов от радио-модулей 9-16 общий сигнал поступает на ключ 4. В режиме общего одного луча АФАР сигналы с ключей 3 и 4 (рис. 10) поступают на сумматор 3. Полученный общий сигнал на промежуточной частоте с принимаемой информацией поступает на ключ 19 и далее через ключ 18 на ключ 2 и с него через усилитель 1 на делитель 1. После деления на два сигнала в делителе 1 сигналы поступают на балансные смесители объединённых попарно радио-модулей 1 и 2 на плате № 2 (устройство 10 на рис. 9). На следующем этапе сигналы на нулевой промежуточной частоте с разделением по синусу и косинусу с платы № 2 радио-модулей 1 и 2 поступают на соответствующие АЦП и ПЛИС плат № 1, в результате чего осуществляется выделение информации и определение сдвига по частоте Доплера. Данные о частоте Доплера поступают на ПЛИС 1 на управляющей плате АФАР (рис. 10), а информация поступает на устройство управления АФАР. Здесь надо учесть, что каждый из 8-ми вариантов объединённых попарно радио-модулей имеет аналогичную схему приёма в многочастотном режиме связи, РЛС и РТР. Формирование общего гетеродинного сигнала на все радио-модули 1-16 осуществляется аналогично тому, как это было показано для одного луча из восьми подАФАР, с той разницей, что через ключ 7 сигнал гетеродина поступает вначале на сумматор 5, а не сразу на ключ 8. Сигналы от других БМ УП АФАР в этот момент при отсутствии многочастотного режима при приёме не поступают. С сумматора 8 сигнал поступает на усилитель 2. После усиления общий сигнал гетеродина с учётом сдвига по частоте Доплера поступает на делители 7-13 и ключи 8-16. Далее сигнал поступает на устройство 9 (рис. 9) всех 16 радио-модулей через делители 6-13. При режиме передачи при наличии одного общего луча АФАР возможен многочастотный параллельный режим передачи информации одновременно 8-ми абонентам или формирование помеховых кодов для систем навигации БПЛА противника. В этом случае со всех 8-ми ПЛИС УП АФАР (на рис. 10 имеет обозначение как ПЛИС 1) поступают сигналы информации через соответствующие восемь ЦАП на восемь БМ УП АФАР (они на рис.10 не показаны в силу идентичности). На вторые входы БМ УП АФАР

поступают (от 8-ми из 16 синтезаторов частот радио-модулей) сигналы несущих частот. Промодулированные информацией сигналы несущих частот через соответствующие ключи 7 поступают на сумматор 5 для суммирования 8-ми сигналов на несущих частотах с информацией или кодами помех. Далее через усилитель 2 сигналы поступают через ключи на соответствующие радио-модули в устройство 9 по рисунку 9. В балансном модуляторе устройства 9 к сигналу передачи добавляется фаза для обеспечения нужного направления луча. Надо отметить, что оставшиеся синтезаторы частоты в радио-модулях могут использоваться для приёма сигналов информации от дополнительной антенны на промежуточной частоте в режиме дуплекса. Понятно, что в режиме приёма на высокой гетеродинной частоте также организуется режим дуплекса для передачи информации на промежуточной частоте. Собственно режим дуплекса при связи на промежуточной частоте позволяет в скрытом режиме осуществлять как поиск, обнаружение и вызов с обеспечением временной синхронизации по аналогии с протоколом связи как это сделано в спутниковой системе связи «Iridium».

Понятно, что перед тем, как создать помеховый сигнал необходимо определить параметры сигналов связи противника. При анализе будем ориентироваться на параметры радио-модуля, представленного на рисунке 8. Здесь была получена чувствительность при шумоподобном сигнале (ШПС) минус 105 дБм при скорости передачи 0,55 Мбит/сек, а при QPSK  $\frac{1}{2}$  чувствительность достигала минус 88 дБм при 4,5 мбит/сек. Остальные варианты сигналов связи приведённые по рисунку 8 обладают низкой чувствительностью, а значит и помехоустойчивостью, поэтому здесь можно использовать традиционное подавление обычной шумовой ретрансляционной помехой в полосе сигнала.

Исходя из возможной полосы для данной чувствительности в 7 МГц по рисунку 8, ясно, что в первом случае используется фазо-кодированный сигнал (ФКМ) с использованием псевдокода как минимум в 13 бит. При сигнале QPSK  $\frac{1}{2}$  также может использоваться кодовый сигнал. Варианты выделения информации при кодовом накоплении ФКМ сигнала (BPSK), а также сигнала QPSK  $\frac{1}{2}$  представлены на рисунках 11 и 12.

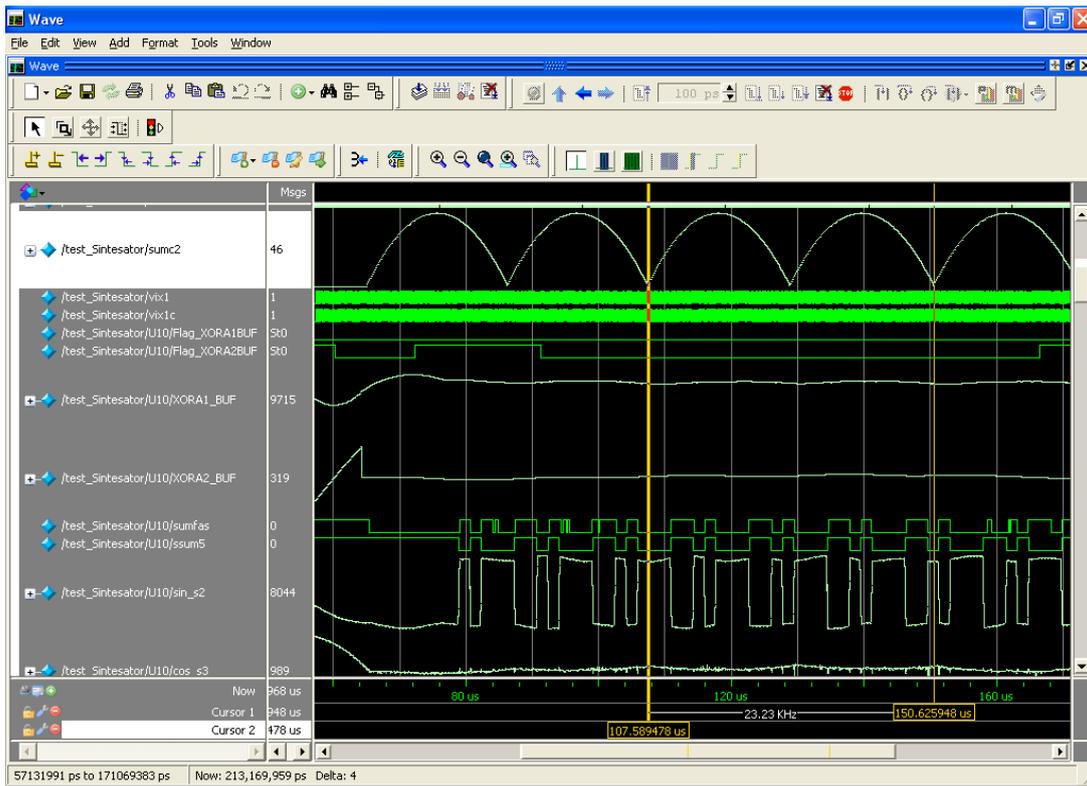


Рис. 11. Выделение BPSK на основе непрерывного цифрового фильтра по каналу синуса и выделение сигнала ФАПЧ по каналу косинуса при частоте Доплера в 23 кГц и передаче сигнала информации в 5,4 Мбит/сек. Это соответствует скорости передачи телевизионного изображения в аналоговом виде

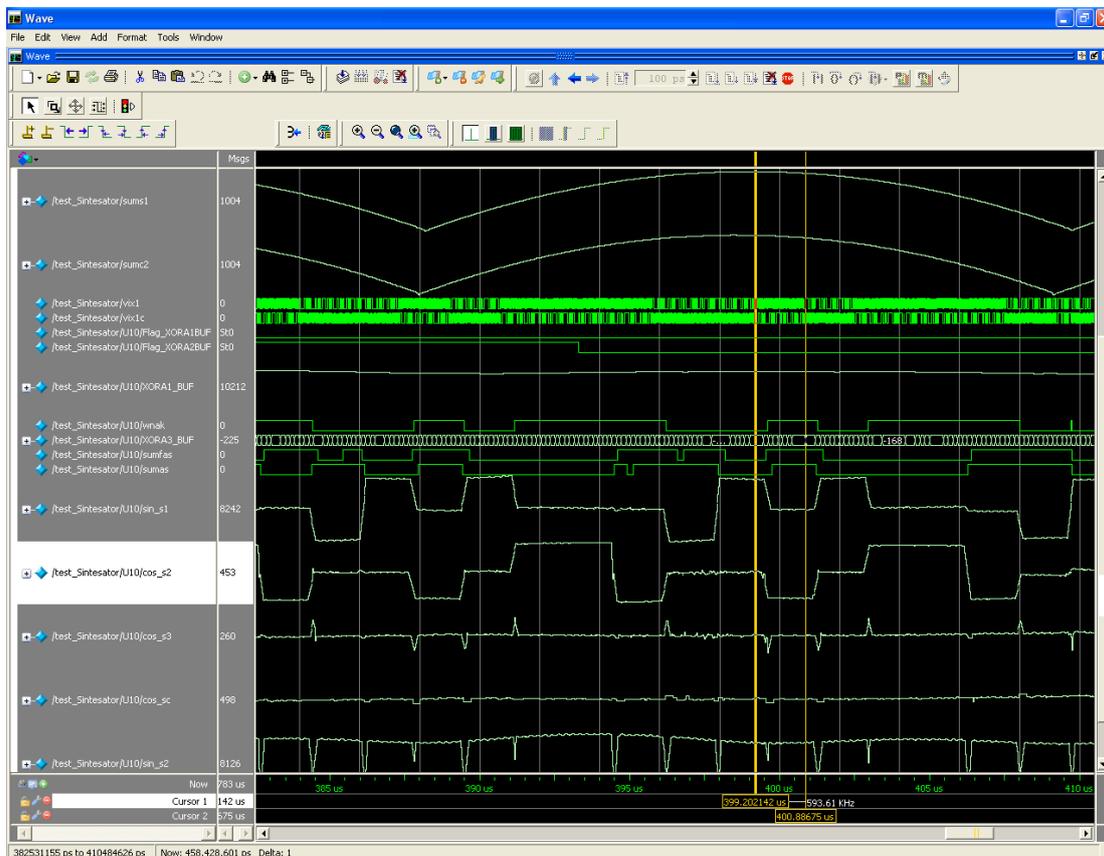


Рис. 12. Выделение информации на выходе непрерывных цифровых фильтров по синусу и косинусу при использовании QPSK сигнала при коде в 64 бита

Однако и в том и другом случае при обработке сигнала используется символьная синхронизация и необходима подстройка по частоте Доплера с помощью ФАПЧ, иначе совпадения с эталонным сигналом для выделения информации получить невозможно.

Так как мы хотим поставить эффективную помеху подобную той, которая может быть использована в системе навигации через ретрансляцию псевдокода со сдвигом во времени для обеспечения срыва сопровождения по символам и частоте, как это было предложено выше, то нам необходимо осуществить следующие действия:

1. Обнаружить сигнал связи противника в заданном диапазоне поиска в соответствующем угловом секторе.
2. Определить его частоту и обеспечить подстройку с помощью ФАПЧ с целью выделения структуры самого сигнала.
3. Определить длительность псевдокода, за счёт запоминания выборок сигнала связи противника, и определения периодичности за счёт получения пиков корреляционной функции при сдвиге одних выборок относительно других, как это делается для варианта достижения символьной синхронизации.
4. Обеспечить излучение выбранного сегмента выборок исходя из времени между пиками корреляционной функции, со сдвигом во времени на предполагаемый символ или половину символа каждый интервал времени между

пиками корреляционной функции, что обеспечит срыв сопровождения по коду и частоте.

То есть, предлагается способ выделения сигнала связи противника при использовании им вида модуляции и накопления сигнала по рисунку 8, но с учётом того, что в момент радиотехнической разведки (РТР) вид этого эталонного кодового сигнала и его несущая частота нам неизвестны. Сам же принцип основан на выделении корреляционной функции при использовании операции перемножения принимаемого сигнала с эталонным сигналом, с последующим накоплением результата в течение всей кодовой последовательности дающей бит информации. Так как наличие частоты Доплера из-за наличия периодической смены фазы влияет на результат корреляционной функции, то с помощью фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) осуществляется подстройка под несущую частоту сигнала. Получение корреляционной функции происходит, например, в ПЛИС при сбросе сигнала на нулевую промежуточную частоту. Так как при РТР сигналов связи противника эталонный сигнал нам неизвестен, то с целью обеспечения операции сравнения с выделением корреляционной функции мы используем метод обнаружения, предложенный в [7, с. 26-53] по рисунку 13. При этом необходимо разбить одну АФАР БПЛА РЭБ на две подАФАР, что даёт снижение чувствительности в 2 раза из-за снижения коэффициента усиления антенн по отдельности.

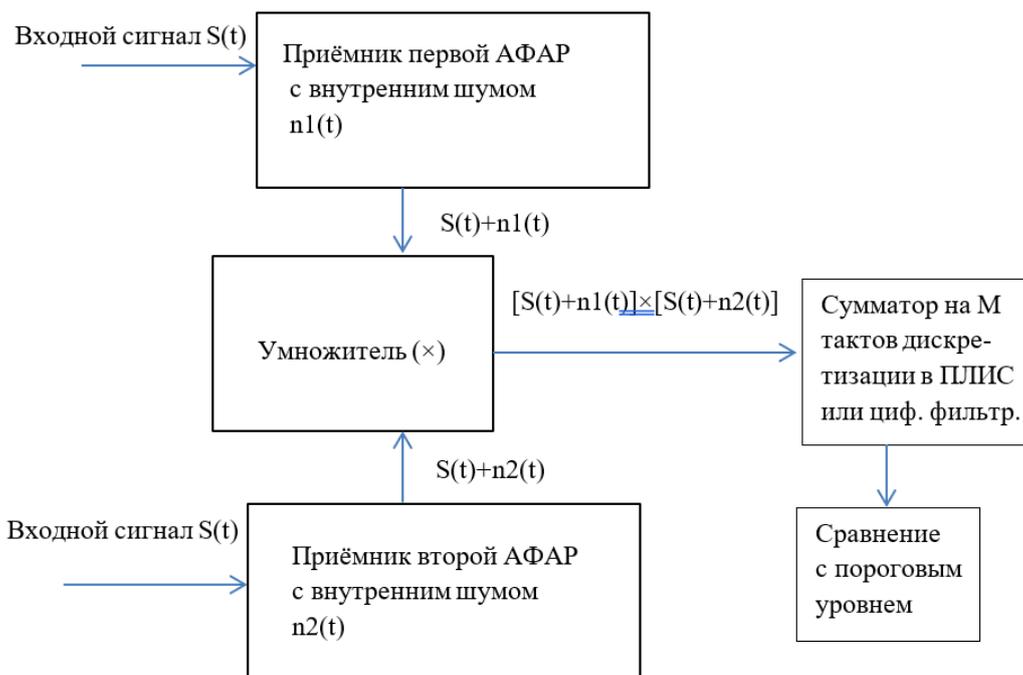


Рис. 13. Упрощённая функциональная схема выделения сигнала средствами РТР противника

Понятно, что в этом случае при сумме  $M$  тактов дискретизации будет накопление сигнала противника в виде  $(M \times S(t))^2$ . Все остальные сигналы не будут иметь накопление, так как нет корреляции (если бы иное для шумов было возможно, то вопрос об исключении шумов при приёме был бы решён простым вычитанием). Такой вариант обработки сигнала позволит выделить сигнал противника по частоте (информация в этом случае не сохраняется) за некоторый промежуток времени по превышению над пороговым уровнем. Однако, в этом случае

обнаружение будет происходить для всех кодовых сигналов связи, попадающих в лучи двух подАФАР. Поэтому необходимо обеспечить фильтрацию с выделением по поддиапазнам несущей частоты. Кроме того, желательно определить вид модуляции накапливаемых по коду сигналов и длительность кода, для постановки помех, не отличающихся по виду от сигнала связи противника. С этой целью предлагается функциональная схема устройства определения наличия сигнала связи (УОНСС) по рисунку 14.

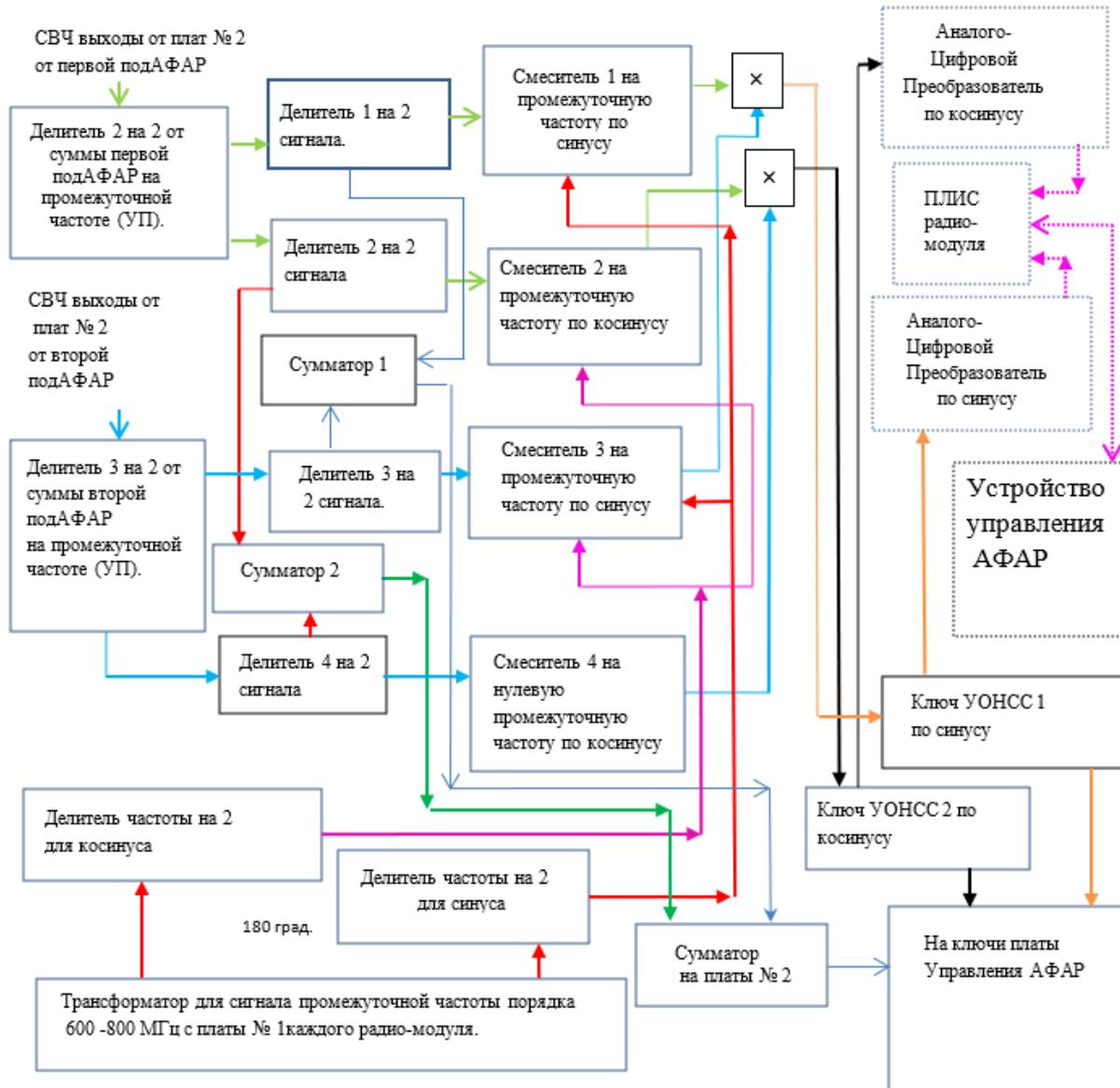


Рис. 14. Устройство определения наличия сигналов связи противника (УОНСС)

Это устройство определения наличия сигналов связи также находится на управляющей плате АФАР (рис. 10), что соответствует нижним сторонам плат № 1, объединённых в АФАР. При рассмотрении платы управления АФАР было предусмотрено деление общей

АФАР на 2 подАФАР (рис. 10). С этой целью сигналы первой подАФАР через ключ 3 поступают на делитель 2 и далее на устройство определения наличия сигналов связи (УОНСС) и помех от противника. Соответственно сигналы второй подАФАР поступают через ключ 4 на

делитель 3 и далее на устройство определения наличия сигналов связи, где происходит обработка сигнала по принципу, показанному на функциональной схеме по рисунку 14.

Здесь в момент обнаружения суммарные сигналы от двух подАФАР в УОНСС (рис. 14) через делители 1-4 поступают на смесители 1-4, дающие на выходе сигналы в квадратуре по синусу и косинусу на некоторой частоте. При этом мы не знаем несущей частоты сигнала противника, а только можем задать диапазон его поиска, что определяется общей гетеродинной частотой для двух подАФАР. После смещения сигналов на более низкую частоту происходит попарное перемножение сигналов от первого и второго подАФАР как по синусу, так и по косинусу с получением сигналов на двойной частоте. Далее эти сигналы с двойной частотой по синусу и косинусу поступают через соответствующие ключи УОНСС 1 и 2 (рис. 14) на ключ 17. Ключ 17 управляется устройством управления и определяет какой сигнал будет поступать на плату № 2 и далее через ключ 18 и ключ 2 (рис. 10) через усилитель и делитель на платы № 2 радио-модулей. Причём в данном случае выбран вариант, когда за счёт ключа 17 сигнал на двойной частоте по синусу поступает на платы № 2 первой подАФАР, а сигнал на двойной частоте по косинусу на платы № 2 второй подАФАР. На следующем этапе сигналы на двойной частоте по синусу и косинусу смещаются попарно за счёт восьми гетеродинных сигналов промежуточных частот для смесителей на платах № 2 на каждой подАФАР с разбиением диапазона поиска по частоте на 8 поддиапазонов. За счёт этого сигналы связи противника при модуляции QPSK из-за сдвига на 90 градусов разделяются и обрабатываются отдельно. С плат № 2 преобразованные сигналы по синусу и косинусу двойной частоты от УОНСС с разбиением по диапазону частот на 8 поддиапазонов поступают на платы № 1 на дифференциальные операционные усилители и далее через АЦП по синусу и косинусу на ПЛИС. Так как 8 промежуточных частот гетеродинных сигналов соответствующих радио-модулей от двух подАФАР имеют одинаковое равномерное смещение по частоте относительно друг друга, то мы можем осуществлять обнаружение сигналов противника с одинаковой фильтрацией в ПЛИС в 8-ми радио-модулях каждой из подАФАР на 8 разных частотах по синусу и косинусу в заданном поддиапазоне частот. После фильтрации в ПЛИС в радио-

модулях в платах № 1 (рис. 9), сигналы по синусу и косинусу, преобразованные с двойных частот в заданный один из восьми поддиапазонов частот, поступают на соответствующий один из восьми ПЛИС 1, находящихся в устройстве управления АФАР (рис. 10). Здесь, после их суммирования и дополнительной фильтрации, фиксируется наличие сигнала связи по превышению над установленным порогом так, как это осуществляется для обычного сигнала информации. Так как основной фактор обнаружения сигнала связан с последовательным поиском по частоте, то вначале происходит грубый поиск по частоте с разбиением общего диапазона порядка 200 МГц на 8 поддиапазонов по 25 МГц. После обнаружения сигнала по частоте (информация здесь исключается за счёт перемножения сигналов), в одном из поддиапазонов, осуществляется разбиение этого выбранного поддиапазона ещё на 8 каналов по 3,125 МГц и так далее до попадания в необходимую полосу доплеровских частот приблизительно в 50 кГц. Понятно, что время поиска и обнаружения будет зависеть от времени фильтрации. В нашем случае на один шаг поиска при обнаружении до фильтрации в 50 кГц будет уходить 20 мкс, что при наличии 4-х шагов составит 80 мкс. Напомним, что по рисунку 8 предполагается скорость приёма информации устройством связи в 550 кбит/сек, а при полосе в 50 кГц у нас чувствительность в 10 раз выше. Понятно, что есть необходимость в том, чтобы БПЛА РЭБ находился достаточно близко от БПЛА противника, чтобы иметь возможность сократить время поиска с учётом того, что разница по чувствительности из-за использования кода при связи в некоторой степени компенсируется КНД АФАР РЭБ.

После попадания в необходимую полосу доплеровских частот в УОНСС используется режим обработки сигнала, при котором сигналы от радио-модулей после суммирования в УП АФАР (рис. 10) попадают через ключи 3 и 4 в УОНСС через делители 2 и 3 в управляющей плате АФАР (рис. 10). Здесь в УОНСС (рис. 14) также происходит разветвление каждого сигнала на два за счёт делителей 1-4 таким образом, что одна часть сигналов суммируется и поступает на ключи 19 и 18 платы УП АФАР с последующим поступлением на радио-модули платы №2 (рис. 9). Далее для этой суммарной части осуществляется уже выделение сигнала с запоминанием выборок за некоторый промежуток времени. Другая часть после делителей

1-4 поступает на смесители и далее происходит перемножение сигналов с выделением частоты Доплера без информации. После перемножения сигналы в квадратуре через ключи УОНСС поступают на соответствующие АЦП (рис. 14) и далее в ПЛИС, где по программе ФАПЧ осуществляется определение частоты Доплера и фазы. Эти значения передаются в устройство управления УП АФАР (рис. 10) или, например, в ПЛИС 1 УП АФАР, где после анализа определяются необходимые сигналы для выработки в ЦАП УП АФАР соответствующих сигналов по коррекции частоты. Такой способ обеспечивает возможность точной подстройки под частоту сигнала связи противника. В итоге, подстройка с использованием ФАПЧ, позволяет выделять символы кода по тактам дискретизации в радио-модулях (или одном выбранном радио-модуле). Используя запоминание выборок кода некоторой априорной длительности на основе сдвига по времени, можно выделить расстояние между пиками корреляционной функции кода и тем самым определить саму длительность кода. Далее ретранслируя излучение выделенного кода со смещением его во времени на символ кода через период длительности кода можно осуществить нарушение символьной и частотной синхронизации с гораздо меньшим энергетическим потенциалом и более скрытно, чем это происходит при обычной шумовой помехе. Более того, надо отметить, что выделение кода сигнала связи противника позволяет при наличии нескольких БПЛА РЭБ использовать суммарно-разностные методы определения его местоположения, аналогично тому, как это происходит в системах спутниковой навигации, так как в этом случае уже есть выборки эталонного сигнала для сравнения с проходящими сигналами связи или навигации. Здесь также анализируется время прихода сигналов кода связи на каждый БПЛА РЭБ с определением задержек. Понятно, что по аналогии требуется синхронизация часов БПЛА РЭБ, что осуществляется по сигналам от КПУ с учётом данных по навигации по местоположению самих БПЛА РЭБ. Возможно также наведение на цель БПЛА выполняющего функцию уничтожения по данным от БПЛА РЭБ. В этом случае, после обнаружения сигнала связи от БПЛА противника или его КПУ по превышению над уровнем порога обнаружения в одном из радио-модулей каждой подАФАР, может быть использован метод угловой пеленгации с

помощью углового сканирования луча АФАР БПЛА РЭБ.

Таким образом, предлагаемая АФАР БПЛА РЭБ способна решать помимо функций связи, навигации, РЛС, также задачи радиотехнической разведки, постановки помех с наименьшими энергетическими затратами и определение местоположения средств противника по его сигналам.

После представления функциональных схем и описания принципов работы необходимо сделать оценку энергетических потерь на основе наиболее распространённой элементной базы и используемого в БПЛА диапазона несущих частот. Рассмотрим вариант энергетических потерь для наиболее используемого диапазона частот.

При приёме на начальном этапе сигнал принимается на 4 МШУ (плата № 1), и далее сигнал усиливается ещё одним МШУ (плата № 2). Нами выбран МШУ МААL-007304 с питанием в 3 В и потреблением 10 мА, отсюда 5 МШУ дадут потребляемую мощность  $5 \times 0,03 \text{ Вт} = 0,15 \text{ Вт}$ . Далее используется смеситель IАM-91563 с питанием в 3 В и токе 9 мА с мощностью потребления 0,027 Вт. На второй вход смесителя поступает сигнал от усилителя МААLSS0012 с питанием 3 В и током 79 мА, это составит потребление по мощности в 0,237 Вт. На усилитель МААLSS0012 гетеродинный сигнал поступает от балансного модулятора AD8346 с питанием 3 В с током в 45 мА, отсюда мощность потребления 0,135 Вт. После смесителя стоит усилитель  $\mu$ PC2746TB-E3 с питанием в 3 В и током в 7,5 мА, с потреблением 0,0225 Вт и фильтр с исключением сигналов гармоник, гетеродинной и несущей частоты. Далее после фильтра используется логарифмический усилитель AD8309 с питанием 3 В, при токе 16 мА и мощностью потребления 0,048 Вт. Для усиления сигнала от синтезатора частот на балансный модулятор здесь надо добавить ещё один усилитель МААLSS0012 с потреблением в 0,237 Вт.

Если предположить работу приёмника в режиме АФАР, то на 16 плат № 2 без учёта 4-х МШУ на плате № 1 придётся потребляемая мощность в  $16 \times (0,03 \text{ Вт} + 0,027 \text{ Вт} + 2 \times 0,237 \text{ Вт} + 0,135 \text{ Вт} + 0,0225 \text{ Вт} + 0,048 \text{ Вт}) = 11,784 \text{ Вт}$ . С учётом 4-х МШУ на плате №1  $16 \times 0,12 \text{ Вт} + 11,784 \text{ Вт} = 13,704 \text{ Вт}$ . С включением в энергетический расчёт платы управления, которая эквивалентна плате № 1, и, как это будет видно дальше, имеет потребление в 2,675 Вт, будем

иметь общую мощность потребления при приёме в **16,379 Вт**.

При работе в индивидуальном режиме предлагаемого радио-модуля с логарифмического усилителя сигнал поступает на преобразование на нулевую промежуточную частоту в двух смесителях AD831 с питанием  $\pm 5$  В и током 100 мА, что даёт потребление в 0,5 Вт на смеситель. На вторые входы смесителей AD831 поступают сигналы в квадратуре от делителей на 2 НМС432 с питанием 3 В и потреблением тока 42 мА, что требует мощность в 0,126 Вт. Перед делителями на 2 стоит усилитель  $\mu$ PC2746ТВ-E3 с питанием в 3 В и токе 7,5 мА, и потреблением 0,0225 Вт. В итоге при отдельной работе радио-модуля по плате № 2 в режиме приёма (не в режиме дуплекса с передачей на низкой частоте) общая мощность потребления составит  $0,7365 \text{ Вт} + 2 \times 0,5 \text{ Вт} + 2 \times 0,126 \text{ Вт} + 0,0225 \text{ Вт} = 2,011 \text{ Вт}$ . С учётом 4-х МШУ на плате №1 имеем потребление в 2,131 Вт. Мы видим, что основной вклад дают смесители AD831, но в будущем их можно заменить на демодулятор AD8348 с питанием в 3 В и потреблением 48 мА (мощность потребления 0,144 Вт), и тогда общее потребление по плате № 2 (с учётом четырёх МШУ от платы № 1) при приёме составит  $0,12 \text{ Вт} + 0,7365 \text{ Вт} + 0,144 \text{ Вт} + 0,0225 \text{ Вт} = 1,023 \text{ Вт}$ .

Теперь рассмотрим энергетические потери по плате № 1 в режиме приёма без учёта 4-х МШУ, которые мы учли ранее.

Здесь сигналы от смесителей AD831 поступают на дифференциальные операционные усилители AD8138AR с питанием в 3 В и током 20 мА, что даёт потребление мощности в 0,06 Вт. Сигналы с дифференциальных операционных усилителей поступают на АЦП AD9254 с потреблением в 0,43 Вт при тактовой частоте 150 Мбит/сек. Далее мы используем ПЛИС АЗРЕ3000L и его потребление определяется алгоритмом работы внутри ПЛИС, и связано с начальной тактовой частотой в 150 МГц начальной обработки входных данных в 14 бит по амплитуде. Так как после первичного запоминания выборок в ПЛИС мы используем обработку с тактом 38 МГц, то основное потребление будет в самом начале обработки, что связано со временем переключения, которое определяет расход энергии, и фактически равно потреблению двух АЦП в 0,43 Вт. С учётом остальных переключений принимаем потребляемую мощность ПЛИС АЗРЕ3000L в 1 Вт. С выхода ПЛИС используется ЦАП AD9763 для ФАПЧ и формирования сигнала информации в

режиме передачи с потреблением 0,38 Вт. В качестве синтезатора частоты для несущей и гетеродинных частот используется ADF4350 с питанием 3,3 В и током в 70 мА, мощность потребления составляет 0,231 Вт. Для создания частоты в 600 МГц используется делитель НМС426MS8 с питанием 3 В и потреблением 13 мА, что составит потребление по мощности в 0,039 Вт. Для синтезатора частоты и ПЛИС используется кварцевый генератор VTD3 с питанием 3 В и током в 15 мА с мощностью потребления в 0,045 Вт. Таким образом потребляемая мощность платы № 1 в режиме приёма составит  $2 \times 0,06 \text{ Вт} + 2 \times 0,43 \text{ Вт} + 1 \text{ Вт} + 0,38 \text{ Вт} + 0,231 \text{ Вт} + 0,039 \text{ Вт} + 0,045 \text{ Вт} = 2,675 \text{ Вт}$ . С учётом 4-х МШУ имеем потребление 2,795 Вт.

**Таким образом, радио-модуль в режиме приёма, потребляет мощность для платы № 1 и № 2 при использовании радио элементной базы 10–15-летней давности  $2,011 \text{ Вт} + 2,795 \text{ Вт} = 4,806 \text{ Вт}$ . С демодулятором AD8348, который позволяет сократить энергетические потери за счёт объединения функций в одной микросхеме, мы будем иметь потребление  $0,903 \text{ Вт} + 2,795 = 3,698 \text{ Вт}$ . Это сопоставимо с мощностью потребления навигационного приёмника «Каскад»-4М с потреблением 6 Вт в лучшую сторону. В режиме АФАР с 16 радио-модулями и 1 управляющей платой (плата № 1) при приёме мы после логарифмических усилителей имели потребление на плате № 2 с учётом 4-х МШУ на плате № 1 в **16,379 Вт**. Для учёта смещения на нулевую промежуточную частоту с наличием использования смесителей AD831 и делителей на два 2-х плат № 2 мы должны учесть энергетическое потребление  $2 \times 1,2745 \text{ Вт} = 2,549 \text{ Вт}$  и использование 2-х плат № 1 без учёта ЦАП с потреблением в 0,38 Вт дополнительно. В итоге мы будем иметь потребление  $16,379 \text{ Вт} + 2,549 \text{ Вт} + 2 \times (2,675 - 0,38) = 23,518 \text{ Вт}$ . При использовании AD8348  $16,379 \text{ Вт} + 2 \times 0,1665 \text{ Вт} + 2 \times (2,675 - 0,38) = 21,302 \text{ Вт}$ . Надо отметить, что рассматриваются непрерывные режимы приёма по платам. В режиме скважности, например,  $Q=2$  потери сократятся вдвое. В режиме РЛС приём может происходить со скважностью в 10 и более раз, что соответственно сократит энергетические потери при приёме.**

Теперь определим потребляемую мощность по плате № 2 при передаче. Здесь используются 4 УМ SZA-2044 при питании 3,3 В и током в 175 мА с выходной мощностью 25 дБм (0,32 Вт). В

результате потребление SZA-2044 составит 0,5775 Вт при питании 3,3 В. Для сравнения, радио-модуль БПЛА на малых дальностях в диапазоне частот от 3,4 ГГц до 3,6 ГГц в устройстве с управлением E2E4 KHUKRI STEALTH (Рис.8) имеет мощность в 0,3 Вт, и это явно недостаточно для постановки помех и режима РЛС.

Мощности SZA-2044 в 0,32 Вт достаточно при передаче при индивидуальном режиме связи, но может также не хватить для режима РЛС. Однако при питании в 5 В с током в 340 мА (мощность потребления 1,7 Вт) УМ SZA-2044 может выдать мощность сигнала в 29,5 дБм (это практически 1 Вт). Для предварительного усиления используются три усилителя MAALSS0012 с потреблением в 0,237 Вт, далее используется балансный модулятор AD8346 с мощностью потребления 0,135 Вт и усилитель MAALSS0012, который подаёт сигнал на балансный модулятор. Отсюда в режиме передачи плата № 2 потребляет  $4 \times 0,5775 \text{ Вт} + 4 \times 0,237 \text{ Вт} + 0,135 \text{ Вт} = 2,31 \text{ Вт} + 0,948 \text{ Вт} + 0,135 \text{ Вт} = 3,393 \text{ Вт}$ . При питании в 5 В при передаче мы имеем  $4 \times 1,7 \text{ Вт} + 4 \times 0,237 \text{ Вт} + 0,135 \text{ Вт} = 2,31 \text{ Вт} + 0,948 \text{ Вт} + 0,135 \text{ Вт} = 7,883 \text{ Вт}$ . Плата № 1 в режиме передачи потребляет в основном за счёт ЦАП (ПЛИС работает в режиме передачи информации в 38 Мбит/сек), синтезатора частоты и кварцевого генератора. Отсюда имеем  $0,38 \text{ Вт} + 0,231 \text{ Вт} + 0,045 \text{ Вт} = 0,656 \text{ Вт}$ . Следовательно, потребление радио-модуля по платам № 1 и № 2 в режиме передачи составит  $3,393 \text{ Вт} + 0,656 \text{ Вт} = 4,049 \text{ Вт}$  при питании в 3,3 В, и  $7,883 \text{ Вт} + 0,656 \text{ Вт} = 8,539 \text{ Вт}$  при питании в 5 в.

**Таким образом, радио-модуль в автономном режиме приёма (при демодуляторе AD8348) будет иметь потребление 1,023 Вт+2,675 Вт=3,698 Вт, а в режиме передачи 4,049 Вт при питании в 3,3 В.**

Иными словами потребление радио-модуля составит 4 Вт при отдельном его использовании в непрерывном режиме.

Это без режима дуплекса, когда есть одновременный приём на одной частоте и передача на другой частоте, и наоборот. В первом режиме дуплекса при приёме информации на высокой несущей частоте порядка 2,4 ГГц и передаче информации на частоте порядка 600 МГц на дополнительную антенну (разнос антенн при постановке помех необходим в случае работы в режиме ретрансляции) этого диапазона

у нас добавляется использование на плате № 2 балансного модулятора AD8345ARU с питанием в 3 В и током в 65 мА (в режиме standby ток 70 мкА), что даёт потребление в 0,195 Вт. На управляющие входы AD8345ARU поступают сигналы от двух операционных усилителей AD8132 с питанием в 5 В и током в 10,7 мА, при мощности потребления в 0,0535 Вт. Далее сигнал поступает на усилитель  $\mu$ PC2746TB-E3 с питанием в 3 В и токе 7,5 мА, и потреблением 0,0225 Вт. На следующем этапе сигнал усиливается в двух усилителях MAALSS0012 с потреблением в 0,237 Вт, прежде чем он поступает на дополнительную антенну. Итого, в режиме дуплекса при приёме на высокой частоте и передаче на низкой частоте добавляется потребление в 0,7985 Вт. Соответственно при AD831 в режиме дуплекса с учётом платы № 1 и № 2 мы имеем потребление  $4,806 \text{ Вт} + 0,7985 \text{ Вт} = 5,6045 \text{ Вт}$ , а при демодуляторе AD8348 мы получаем потребление в первом режиме дуплекса в  $3,698 \text{ Вт} + 0,7985 \text{ Вт} = 4,4965 \text{ Вт}$ .

Во втором режиме дуплекса передаётся информация на высокой несущей частоте и идёт приём на низкой частоте. Здесь, мы имеем использование на плате № 2 практически всех радиоэлементов с учётом балансного модулятора AD8345ARU (мощность потребления в 0,195 Вт), двух усилителей AD8132 (мощность потребления одного в 0,0535 Вт), усилителя  $\mu$ PC2746TB-E3 (потребление 0,0225 Вт), делителя на два HMC432 (требует мощность в 0,126 Вт). Дополнительное потребление энергии составит 0,428 Вт. Одновременно во втором режиме дуплекса на плате № 2 используется передача на высокой частоте с потреблением 3,393 Вт. В итоге потребление по плате № 2 составит величину 3,821 Вт. Плата № 1 в этом случае задействована полностью без учёта 4-х МШУ с потреблением в 2,675 Вт. Кроме того, необходимо учесть работу смесителей AD831 с делителями на два и усилителем, что составляет 1,2745 Вт. При AD8348 будем иметь величину в 0,1665 Вт. В результате платы № 1 и № 2 во втором режиме дуплекса при AD831 будут потреблять  $3,393 + 1,2745 + 0,428 + 2,675 = 7,7705 \text{ Вт}$ . При AD8348 потребление составит  $3,393 + 0,1665 + 0,428 + 2,675 = 6,6625 \text{ Вт}$ .

Ниже приводится таблица, где учитывается только непрерывный режим потребления без специализации по реальному режиму работы.

Таблица

**Потребление мощности в различных режимах работы**

Режимы работы	Потребление мощности Плата №1	Потребление мощности Плата №2	Упр. плата	Общее потребление
Приём в непрер. режиме АФАР.	16×0,12 Вт	16×0,7365+2,549 +4,59 =18,918 Вт	2,675 Вт	23,513 Вт
Приём в непрер. режиме АФАР с AD8348.	16×0,12 Вт	16×0,7365+0,333 +4,59 =16,707 Вт	2,675 Вт	21,302 Вт
Передача в непрер. режиме АФАР при 3,3 В питания.		16×3,156 Вт	0,656 Вт	51,152 Вт
Передача в непрер. режиме АФАР при 5 В питания.		16× 7,883 Вт.	0,656 Вт	126,784 Вт
Непрерывный режим приёма одним радио-модулем.	2,795 Вт	2,011 Вт		4,806 Вт
Непрерывный режим приёма одним радио-модулем с демодулятором AD8348.	2,795 Вт	0,903 Вт		3,698 Вт
Непрерывный режим передачи одним радио-модулем при питании в 3 В.	0,656 Вт	3,393 Вт		4,049 Вт
Непрерывный режим передачи одним радио-модулем при питании в 5 В.	0,656 Вт	7,883 Вт.		8,539 Вт
Первый режим дуплекса для радио-модуля при AD831.	2,795 Вт	2,011 Вт+0,7985 Вт=2,8095 Вт		5,6045 Вт
Первый режим дуплекса для радио-модуля (непрерывный) при AD8348.	2,795 Вт	0,903 Вт+0,7985 Вт=1,7015 Вт		4,4965 Вт
Второй режим дуплекса для радио-модуля (непрерывный) при AD831.	2,675 Вт	3,393+0,428+1,2745 =5,0955 Вт		7,7705 Вт
Второй режим дуплекса при AD8348.	2,675 Вт	3,393+0,428+0,1665 =3,9875 Вт		6,6625

Для сравнения навигационный приёмник «Каскад-4М», имеет потребление в 6 Вт и работает только на приём, при размерах 13 см × 13 см. В случае предлагаемого отладочного радио-модуля размерами 14 см × 7 см, который имеет приём и передачу в режиме дуплекса, энергетические потери по таблице № 1 составляют в первом режиме дуплекса при смесителях

AD831 величину 5,6045 Вт, и величину 7,7705 Вт во втором режиме дуплекса. При скважности смены режимов работы равного двойке, среднее потребление составит 6,6875 Вт. При использовании для смещения на нулевую промежуточную частоту микросхемы AD8348 получим в первом режиме дуплекса 4,4965 Вт, и 6,6625 Вт во втором режиме. В среднем при

микросхеме AD8348 в режимах дуплекса мы будем иметь потребление в 5,5795 Вт, что соответствует потреблению «Каскад-4М» в 6 Вт.

Так как за основу были выбраны отладочные платы № 1 и № 2 с исполнением в виде двусторонней печатной платы с исключением наводок, то при использовании многослойной печатной платы размеры плат могут быть сокращены тоже с исключением наводок, но при размещении проводников на соответствующем слое многослойной печатной платы. Ориентировочно размеры можно довести до 13 см×6,5 см, а это означает, что при том же энергопотреблении в 6 Вт как в «Каскад-4М» и при подключении к антенне патч аналогичной в «Каскад-4М», предлагаемый радио-модуль может использоваться и для спутниковой навигации. При этом, предлагаемый радио-модуль можем работать не только как навигационный приёмник, но и обеспечивает многофункциональное применение.

Как мы видим, наибольшее потребление происходит в режиме АФАР, но при учёте выполняемых функций эта мощность может быть значительно снижена за счёт скважности при  $Q=10$  в 10 раз.

В режиме АФАР при питании УМ в 3 вольта, когда основу передачи составляют 16 плат № 2, а плата № 1 фактически играет роль управляющей платы, мы имеем потребление мощности  $16 \times 3,156 \text{ Вт} + 0,656 \text{ Вт} = 51,152 \text{ Вт}$  в режиме непрерывной передачи. При этом мощность сигнала помехи от АФАР будет равняться  $16 \times 4 \times 0,32 = 20,48 \text{ Вт}$  при питании УМ 3,3 В и током в 175 мА. Использование скважности  $Q=10$  позволяет сократить энергетические потери до приемлемых 5 Вт при питании 3,3 В. Для варианта питания в 5 В мы будем иметь потребление в 127 Вт, и при скважности  $Q=10$  потребление составит 13 Вт. Понятно, что режим подавления навигационного приёмника БПЛА противника играет основную роль в случае невозможности его уничтожения при определении его местоположения. Действительно, средства поражения БПЛА не расставишь через каждый километр, а уничтожать его другим БПЛА может быть дорого. В этом случае один БПЛА РЭБ с АФАР может привести к дезориентации по местоположению сразу несколько БПЛА противника с учётом режима ретрансляции кодов навигации или сигнала командной радиолинии при расположении БПЛА РЭБ,

например, между КПУ и БПЛА. При этом обнаружить сигнал такой ретрансляционной помехи достаточно сложно в силу идентичности сигналов. Кроме того, определение местоположения БПЛА противника позволяет обеспечивать подлёт для подавления на достаточно короткие расстояния, что и обеспечит эффективность помехового воздействия за счёт ретрансляционных ответных помех, как системам навигации, так и системам связи.

Таким образом, в АФАР БПЛА на предлагаемых радио-модулях нет лишних радиодеталей при многофункциональном использовании, и он оптимизирован по всем параметрам. Надо отметить, что сам выбранный в предлагаемых радио-модулях подход перехода на патч-антенны с целью обеспечения помехозащищённости был сделан для навигационных приёмников типа «Каскад-4М», хотя здесь для обеспечения точной навигации требуется как можно более широкий сектор обзора, но этим пожертвовали в угоду помехозащищённости. Кроме того, наш выбор размера под два-патч связан с размерами смартфонов и при этом соблюдается создание различных видов поляризации, что также улучшает помехозащищённость. Ранее в [7, с. 26-53; 8] мы отмечали, что АФАР в диапазоне 250 МГц – 4 ГГц могут отличаться только выбором элементной базы и конструкцией патч-антенн при сохранении предлагаемых функциональных схем. Для диапазона 4–6 ГГц требуются уже специализированные функциональные схемы в силу малых размеров патч-антенн с сохранением общего принципа действия. Отметим, что с целью защиты самих абонентов от поражения за счёт наведения на источник сигнала предусмотрен режим дуплекса на разных частотах. Это позволяет абоненту не находиться рядом с источником излучения сигнала на БПЛА и работать в режиме Wi-Fi за счёт дуплексной связи. Такой режим необходим и с целью ретрансляции ответных помех с разнесением приёма сигналов связи противника на один БПЛА и их излучением с помощью другого БПЛА. Программное обеспечение ПЛИС АФАР БПЛА позволяет формировать сигналы связи любых типов по рисунку 8. Модульная конструкция сборки АФАР БПЛА позволяет расширить функции и использовать устройства не только как средство связи и управления, но и в качестве средств навигации, РЛС, РТР и постановки помех. Понятно, что

предлагаемый радио-модуль не был создан ранее в силу того, что разработчики увлеклись созданием отдельных устройств (например, приёмопередатчик на микросхеме AD9361), и не пытались решить проблему с учётом оптимизации функциональных схем при многофункциональном применении. При создании не учитывалась проблема оптимизации электрических схем совместно с топологией расположения элементов патч-антенны, радиоэлементов, а также не разрабатывалось программное обеспечение с оптимизацией параметров при многофункциональном применении. Разработчики увлеклись использованием и закупкой уже готовых вариантов из-за рубежа на основе коммерческого использования, а так как зарубежные разработчики занимались коммерческими вариантами для частных задач, то здесь не требовалось многофункциональное применение с удешевлением за счёт унификации, которое необходимо в условиях военного использования.

#### Литература

1. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М. «Способ быстрой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и исключение ошибок, связанных с дискретизацией сигнала по теореме Котельникова». Науч. журнал. «Обществознание и социальная психология» выпуск 2–2(46) 2023. С. 757-778.
2. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М., Островский Я.Б.: «Анализ вариантов блоков радиоуправления для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)». Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 16(146), 2023, часть 1, С. 9-41.
3. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М., Островский Я.Б.: «Обоснование и сравнение функциональных схем радиоуправления для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в широком диапазоне частот на основе оптимизированных радиотехнических параметров». Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 21(151), 2023, часть 1, С. 38-81.
4. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Островский Я.Б.: «Оптимизация частотной и символьной синхронизации в режиме когерентного накопления по псевдослучайным кодам с целью улучшения помехозащищённости и получением максимальной чувствительности по принимаемому сигналу для управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА)». Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 33(163), 2023, С. 17-35.
5. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М., Островский Я.Б.: «Оптимизация беспроводного канала связи радио-модуля БПЛА при автономной работе для многофункционального применения при существующей радио элементной базе коммерческого использования». Научный международный журнал. «Актуальные исследования», технические науки, № 40(170), 2023, часть 1, С. 6-22.
6. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Соколов А.Д., Наянов А.М., Островский Я.Б.: «Оптимизация и обоснование конструктивного исполнения устройства связи и управления для БПЛА с учётом многофункционального применения при существующей радио-элементной базе коммерческого использования.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 37(167), 2023, часть 1, С. 9-40.
7. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Наянов А.М., Островский Я.Б.: «Оценка использования многофункционального радио-модуля беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в составе активной фазированной антенной решётки (АФАР) в широком диапазоне частот». Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 50(180), 2023, часть 1, С. 26-53.
8. Рысин А.В., Бойкачёв В.Н., Соколов А.Д., Наянов А.М.: «Оценка возможностей использования оптимизированного многофункционального радио-модуля беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в качестве элемента активной фазированной антенной решётки (АФАР) как средства связи.» Научный международный журнал. «Актуальные исследования», № 3(185), 2024, часть 1, С. 23-51.

**BOYKACHEV Vladislav Naumovich**

Director, Candidate of Technical Sciences, ANO "NTIC "Techcom", Russia, Moscow

**RYSIN Andrey Vladimirovich**

Radio engineer, ANO "NTIC "Techcom", Russia, Moscow

**NAYANOV Alexey Mikhailovich**

Head of the sector, ANO "NTIC "Techcom", Russia, Moscow

**A METHOD OF ELECTRONIC RECONNAISSANCE TO CREATE EFFECTIVE  
INTERFERENCE TO ENEMY UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS)  
ON THE BASE OF USING ACTIVE PHASED ARRAYS (AFARS)  
OF ELECTRONIC WARFARE UAVS BASED ON RADIO MODULES**

**Abstract.** *The article presents a method of electronic intelligence that allows you to determine the parameters of enemy signals with a high degree of identification in order to create effective interference.*

**Keywords:** *unmanned aerial vehicle, active phased array, radio module, digital phase auto-tuning of the frequency, correlation function.*

**ЯРОШ Евгений Владимирович**

магистрант, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Республика Беларусь, г. Минск

*Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент  
Лихачевский Дмитрий Викторович*

## **БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ: КАК АЛГОРИТМЫ ОБЕСПЕЧИВАЮТ БЕЗОПАСНОСТЬ В УМНЫХ ГОРОДАХ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены роль и применение алгоритмов в обеспечении безопасности в умных городах. Освещены методы шифрования данных, аутентификации и управления доступом, а также мониторинга и обнаружения угроз.

**Ключевые слова:** умный город, безопасность, алгоритмы, шифрование данных, аутентификация, мониторинг угроз, видеонаблюдение, транспортные системы, критическая инфраструктура.

**Введение.** Умные города представляют собой концепцию развития городской инфраструктуры с использованием передовых технологий для повышения качества жизни жителей и эффективного управления ресурсами. В цифровом пространстве умных городов интегрируются информационные и коммуникационные технологии, объединяющие устройства, сенсоры, сети и аналитические системы.

С ростом числа подключенных устройств и систем в умных городах возрастает угроза кибератак. Обеспечение безопасности становится ключевым аспектом для защиты горожан и обеспечения нормального функционирования городской инфраструктуры.

**Роль алгоритмов в обеспечении безопасности в умных городах.** Умные города с их разветвленной сетью датчиков, систем управления и многочисленными интерактивными устройствами предъявляют повышенные требования к безопасности. В этом контексте алгоритмы играют ключевую роль в обеспечении надежной защиты информации и инфраструктуры. Рассмотрим основные аспекты их применения.

Одним из важнейших методов защиты конфиденциальности информации в умных городах является шифрование данных. Алгоритмы шифрования используются для защиты передаваемых данных от несанкционированного доступа и прослушивания. Стандарты шифрования, такие как AES (Advanced Encryption Standard), обеспечивают высокий уровень

безопасности путем преобразования данных в нечитаемый для посторонних формат.

Для обеспечения безопасности в умных городах необходимо строго контролировать доступ к системам и данным. Алгоритмы аутентификации, такие как алгоритмы хэширования паролей или методы биометрической идентификации, используются для проверки подлинности пользователей и устройств. Управление доступом осуществляется на основе ролей и прав доступа, применяемых с помощью специализированных алгоритмов.

Алгоритмы мониторинга и обнаружения угроз играют важную роль в предотвращении кибератак и других угроз безопасности. Системы машинного обучения и алгоритмы анализа больших данных используются для постоянного мониторинга сетевой активности и обнаружения аномальных паттернов, которые могут указывать на потенциальные угрозы. Эти алгоритмы способствуют оперативному реагированию на возможные инциденты безопасности и предотвращению серьезных последствий.

**Примеры применения алгоритмов в умных городах.** Применение алгоритмов в умных городах охватывает широкий спектр сфер, включая видеонаблюдение, управление транспортными системами и защиту критической инфраструктуры. Рассмотрим некоторые из наиболее значимых примеров.

Умные системы видеонаблюдения. В умных городах системы видеонаблюдения играют важную роль в обеспечении безопасности

общественных пространств и инфраструктуры. Алгоритмы компьютерного зрения используются для автоматического анализа видеопотоков с целью обнаружения подозрительной активности, такой как оставленные объекты или аномальные движения. Кроме того, алгоритмы распознавания лиц позволяют идентифицировать подозрительных или разыскиваемых лиц среди толпы.

**Анализ данных транспортных систем.** Умные города используют алгоритмы анализа данных для оптимизации работы транспортных систем и обеспечения безопасности движения. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные с датчиков движения и камер наблюдения для выявления трафиковых заторов, определения оптимальных маршрутов и прогнозирования потенциальных аварийных ситуаций. Эти алгоритмы помогают сократить время в пути, снизить загруженность дорог и повысить общую безопасность дорожного движения.

**Защита инфраструктуры от кибератак.** С увеличением числа подключенных к сети устройств в умных городах возрастает и риск кибератак. Для защиты критической инфраструктуры, такой как системы энергоснабжения и водоснабжения, применяются алгоритмы обнаружения и предотвращения кибератак. Эти алгоритмы мониторят сетевой трафик, идентифицируют аномалии и в случае обнаружения подозрительной активности принимают меры по её блокированию и предотвращению серьезных последствий.

**Вызовы и перспективы.** Внедрение алгоритмов для обеспечения безопасности в умных городах стало важным шагом в развитии современных городов. Однако существуют определённые вызовы и перспективы, которые следует учитывать:

1. Развитие и поддержание безопасности в умных городах требует значительных инвестиций и ресурсов. Сложности связаны не только с техническими аспектами, такими как

разработка и внедрение эффективных алгоритмов, но и с правовыми и этическими вопросами, такими как защита личных данных и соблюдение нормативных актов.

2. Быстрый темп развития технологий требует постоянного совершенствования и развития алгоритмов безопасности. Это включает в себя разработку новых методов шифрования, аутентификации и анализа данных, способных эффективно справляться с появляющимися угрозами и вызовами.

При правильном подходе системы безопасности в умных городах могут стать мощным инструментом для предотвращения преступлений, обеспечения безопасности общественных пространств и защиты критической инфраструктуры. Дальнейшее развитие алгоритмов и технологий обещает улучшить эффективность и надежность таких систем.

**Заключение.** Роль алгоритмов в обеспечении безопасности в умных городах неоспорима, и их применение становится ключевым фактором для эффективного функционирования современных городов. Однако, с учетом быстрого темпа развития технологий и появления новых угроз, необходимо постоянное совершенствование и инновации в этой области, чтобы обеспечить максимальную защиту данных и инфраструктуры, и только таким образом можно гарантировать стабильное и безопасное развитие умных городов в будущем.

### Литература

1. Smith, J. (2020). "Security Algorithms for Smart Cities: Challenges and Solutions." *Journal of Urban Technology*, 17(2), 145-162.
2. Chen, L., & Wang, Y. (2019). "Algorithmic Solutions for Cybersecurity in Smart Cities." *Proceedings of the IEEE International Conference on Smart City Innovations*, 78-85.
3. Garcia, M., & Lopez, R. (2021). "Advanced Encryption Techniques for Securing Data in Smart City Applications." *International Journal of Information Security*, 25(4), 431-448.

**YAROSH Evgeny**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
Republic of Belarus, Minsk

*Scientific Advisor – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Likhachevsky Dmitriy Viktorovich*

## **SECURITY IN THE DIGITAL SPACE: HOW ALGORITHMS ENSURE SECURITY IN SMART CITIES**

**Abstract.** *The article discusses the role and application of algorithms in ensuring security in smart cities. Methods for data encryption, authentication and access control, as well as monitoring and threat detection are covered.*

**Keywords:** *smart city, security, algorithms, data encryption, authentication, threat monitoring, video surveillance, transport systems, critical infrastructure.*

**ЯРОШ Евгений Владимирович**

магистрант, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Республика Беларусь, г. Минск

*Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент  
Лихачевский Дмитрий Викторович*

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ГОРОДАХ БУДУЩЕГО: РОЛЬ АЛГОРИТМОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**Аннотация.** Рассмотрены тенденции и перспективы внедрения энергосберегающих технологий в городах будущего для оптимизации энергопотребления и сокращения негативного воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** энергосбережение, умный город, возобновляемые источники энергии, энергоэффективные технологии, устойчивое развитие.

**З**накомство с проблемой энергопотребления в городах. Современные города становятся центрами притяжения для миллионов людей, их население стремительно растёт. С этим ростом связано увеличение энергопотребления, поскольку городская инфраструктура, бытовые устройства, предприятия и транспортная система все требуют энергии для своего функционирования. Например, энергопотребление на освещение, отопление, охлаждение и транспорт в городах составляет значительную долю от общего энергопотребления.

Этот рост энергопотребления несёт со собой серьёзные проблемы. Во-первых, это приводит к увеличению выбросов парниковых газов, таких как углекислый газ и метан, что усиливает проблему глобального потепления и изменения климата. Во-вторых, повышенное энергопотребление приводит к необходимости расширения энергетической инфраструктуры, что может привести к дополнительным экологическим проблемам, таким как вырубка лесов или загрязнение водоёмов для строительства гидроэлектростанций или добычи нефти.

В свете этих проблем становится ясным, что необходимо принимать меры по сокращению энергопотребления в городах. Важной частью этого процесса являются энергосберегающие технологии. Они представляют собой инновационные решения, направленные на оптимизацию энергопотребления и уменьшение его объема. Эти технологии могут включать в себя широкий спектр инновационных решений,

начиная от умных систем управления энергопотреблением в зданиях и инфраструктуре городов до использования возобновляемых источников энергии и современных технологий в производстве и транспорте.

Цель энергосберегающих технологий состоит не только в экономии энергии и ресурсов, но и в сокращении негативного воздействия на окружающую среду и обеспечении устойчивого развития городов. Эти технологии могут играть ключевую роль в создании более эффективных и экологически устойчивых городов будущего.

**Вызовы и тренды в энергосбережении в городах.** С каждым годом городское население продолжает расти, привлекая новых жителей своими возможностями и перспективами. Однако с увеличением численности населения возрастает и потребность в энергии для обеспечения жилья, транспорта, производства и других аспектов городской жизни. Это создаёт значительные вызовы для обеспечения устойчивого энергопотребления, так как традиционные источники энергии, такие как ископаемые топлива, оказывают серьёзное давление на окружающую среду и природные ресурсы.

Города являются крупнейшими источниками выбросов парниковых газов, таких как углекислый газ и метан. Эти выбросы усиливают глобальное потепление и изменение климата, создавая серьёзные проблемы для окружающей среды и человечества в целом. С увеличением населения и развитием городов необходимо стремиться к сокращению этих выбросов, что подчёркивает важность энергосберегающих

технологий и инноваций в области управления энергопотреблением.

Развитие технологий и алгоритмов играет ключевую роль в управлении энергопотреблением в городах. Умные системы мониторинга и управления, а также прогнозирование спроса и оптимизация распределения ресурсов, позволяют эффективно управлять энергией и минимизировать издержки. Эти инновационные подходы не только способствуют экономии энергии, но и снижают нагрузку на энергетическую инфраструктуру, уменьшая риск возникновения аварийных ситуаций и обеспечивая более стабильное функционирование городских систем.

**Роль алгоритмов и технологий в оптимизации энергопотребления.** Умные сети представляют собой интегрированные системы, которые объединяют в себе информацию о потреблении энергии, данные о погоде, демографические данные и другие параметры для эффективного управления энергопотреблением. Они позволяют реагировать на изменения спроса и оптимизировать распределение ресурсов в реальном времени, что способствует снижению издержек и повышению энергоэффективности.

Прогнозирование спроса на энергию является важной составляющей управления энергопотреблением. С помощью алгоритмов машинного обучения и анализа данных можно предсказывать пиковые нагрузки и на основе этих прогнозов оптимизировать распределение энергии. Это позволяет снизить издержки на поддержание резервных мощностей и сократить риск возникновения аварийных ситуаций.

Автоматизация процессов управления энергопотреблением позволяет создавать эффективные системы, которые могут самостоятельно реагировать на изменения спроса и условий, оптимизируя работу городской инфраструктуры. Например, умные системы управления освещением могут регулировать яркость в зависимости от времени суток и погодных условий, что способствует снижению энергопотребления и улучшению эффективности освещения.

Развитие и внедрение этих технологий играют ключевую роль в оптимизации энергопотребления в городах и создании более устойчивой и эффективной городской инфраструктуры. Это позволяет снизить нагрузку на энергетические ресурсы и сократить негативное воздействие на окружающую среду,

способствуя созданию более жизнеспособных и экологически устойчивых городов.

**Технологии для эффективного использования энергии.** Возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая и гидроэнергия, играют ключевую роль в обеспечении устойчивого энергетического будущего для городов. Использование этих источников позволяет снизить зависимость от ископаемых топлив, сократить выбросы парниковых газов и создать более устойчивые и экологически чистые городские системы энергоснабжения.

Внедрение энергоэффективных технологий в здания и уличное освещение также является важным шагом в сокращении энергопотребления в городах. Использование утепленных материалов, энергоэффективных окон, LED-освещения и систем автоматизации позволяет снизить потребление энергии на освещение и отопление, что приводит к существенным экономиям энергоресурсов и сокращению операционных расходов.

Интеграция современных технологий, таких как интернет вещей (IoT) и системы умного управления, в городскую инфраструктуру позволяет создавать интеллектуальные города, способные эффективно управлять энергопотреблением и ресурсами. Например, умные сети управления транспортом могут оптимизировать движение транспортных средств, снижая пробки и уменьшая расход топлива.

**Преимущества и вызовы внедрения технологий.** Внедрение энергосберегающих технологий в городскую инфраструктуру может принести значительные экономические выгоды. Снижение энергопотребления и операционных расходов позволяет городам сэкономить средства на счетах за электроэнергию и обслуживание инфраструктуры. Кроме того, повышенная энергоэффективность снижает зависимость городов от ископаемых топлив и уменьшает риск колебаний цен на энергоресурсы.

Улучшение качества жизни горожан также является важным преимуществом внедрения энергосберегающих технологий. Благодаря сокращению выбросов вредных веществ и созданию более комфортной городской среды, люди получают возможность жить в более здоровом и безопасном окружении.

Однако внедрение новых технологий также влечёт за собой ряд вызовов и рисков. Одним из таких вызовов является проблема безопасности данных. С увеличением количества

сенсоров и устройств, собирающих информацию о городской инфраструктуре и поведении горожан, возрастает угроза кибератак и нарушений конфиденциальности данных. Города должны активно работать над обеспечением защиты данных и разработкой надёжных систем управления и защиты информации.

Для успешного внедрения энергосберегающих технологий в города необходимо также обучение и поддержка со стороны горожан и бизнес-сообщества. Это включает в себя проведение информационных кампаний о преимуществах и возможностях энергосбережения, обучение специалистов по работе с новыми технологиями и активное вовлечение граждан в процесс принятия решений по развитию города.

С учётом вышеизложенного, внедрение энергосберегающих технологий в города предоставляет огромные возможности для улучшения жизни горожан и сокращения негативного воздействия на окружающую среду, однако эти преимущества должны быть сбалансированы с учётом вызовов и рисков, связанных с такими инновациями.

**Заключение.** Внедрение энергосберегающих технологий в города является

критическим шагом к обеспечению устойчивого развития и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Умные системы управления, возобновляемые источники энергии, энергоэффективные здания – все они играют ключевую роль в создании более экологически чистых и эффективных городов. Однако, для успешной реализации этих технологий необходимо учитывать вызовы, такие как обеспечение безопасности данных и обучение персонала. Только совместными усилиями государственных, частных и общественных секторов мы сможем обеспечить устойчивое и процветающее будущее для наших городов и горожан.

#### Литература

1. Zhang, J., Zheng, Y., & Li, M. (2020). Smart City Energy Management: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 8, 123283-123301.
2. European Commission. (2019). *Smart and Sustainable Cities: Energy Efficiency and Smart Technologies in Urban Energy Systems*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
3. International Energy Agency (IEA). (2018). *Digitalization and Energy*. Paris: IEA.

**YAROSH Evgeny**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
Republic of Belarus, Minsk

*Scientific Advisor – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Likhachevsky Dmitriy Viktorovich*

## ENERGY SAVING IN THE CITIES OF THE FUTURE: ROLE OF ALGORITHMS AND TECHNOLOGIES

**Abstract.** *The trends and prospects for the introduction of energy-saving technologies in the cities of the future are considered to optimize energy consumption and reduce the negative impact on the environment.*

**Keywords:** *energy saving, smart city, renewable energy sources, energy efficient technologies, sustainable development.*

# ВОЕННОЕ ДЕЛО

## **ВОЛКОВ Виталий Викторович**

преподаватель 16 кафедры факультета войск национальной гвардии, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

## **ЗАНЧУКОВСКИЙ Анатолий Владиславович**

слушатель факультета войск национальной гвардии, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

## **ШАЯХМЕТОВ Ильдар Маратович**

слушатель факультета войск национальной гвардии, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, Россия, г. Санкт-Петербург

## **АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПРОЦЕССОВ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

***Аннотация.** В данной статье рассматривается анализ функционирования системы восстановления ВВСТ при проведении специальной операции который показывает, что она не в полной мере отвечает современным требованиям.*

***Ключевые слова:** войска национальной гвардии, вооружение, военная и специальная техника, техническое обеспечение.*

### **Введение**

Основной причиной несоответствия считается наличие внутренних факторов (наряду с внешними факторами), влияющих на функционирование системы восстановления, которые доступны определенному целенаправленному изменению.

С целью оценки количественных показателей системы восстановления ВВСТ при проведении специальной операции целесообразно разработать структурно-функциональную модель системы ТехО ВНГ РФ при проведении специальной операции. Данная модель определяет роль и место системы восстановления в общей системе ТехО, определяет функции, характеризующие ее, обосновывает критерии оценки эффективности планирования восстановления ВВСТ при проведении специальной операции [1].

### **Основанная часть**

Структурно-функциональная модель системы восстановления ВВСТ ВНГ РФ при

проведении специальной операции разработана и приведена на рисунке.

В рамках диссертационного исследования рассмотрена система технического обеспечения специальной операции:

Рассмотрим систему восстановления ВВСТ как самостоятельную систему в подсистеме ТехО.

Основными составляющими, влияющими на функционирование системы восстановления ВВСТ, являются: способность органов управления выполнять возлагаемые на них функции управления, в том числе и функции планирования восстановления ВВСТ, наличие и состояние ремонтно-восстановительных органов, временных формирований ТехО, эвакуационных средств и подвижных средств технического обслуживания и ремонта, организация выполнения восстановительных работ [1].

В свою очередь система восстановления ВВСТ характеризуются наличием подсистем восстановления: технической разведки;

эвакуации; ремонта. Эти подсистемы, в свою очередь, характеризуются наличием и состоянием самостоятельных элементов: управление технической разведкой; органы технической разведки; управление эвакуацией; эвакуационные органы; управление ремонтом; ремонтно-восстановительные органы.

Непосредственным органом управления восстановлением ВВСТ в ВНГ РФ, является техническая часть, которая в своей работе тесно взаимодействует с органами управления других служб соединения [2]. Организуя восстановление, техническая часть выполняет следующие мероприятия: непрерывный сбор, изучение и анализ данных оперативной и технической обстановки с учетом прогноза ее развития при подготовке, в ходе и после выполнения

поставленных задач; анализ состояния ВВСТ; принятие решения на восстановление ВВСТ; планирование ТехО при подготовке и в ходе ведения специальной операции, доведение задач до исполнителей; непосредственное руководство при подготовке и в ходе выполнения задач ТехО по предназначению; организацию и поддержание взаимодействия с другими службами соединения; организацию и проведение мероприятий по поддержанию боевой готовности (восстановлению боеспособности); проведение мероприятий по воспитательной работе; защиту, оборону, охрану и маскировку [1]; организацию связи; организацию и осуществление контроля, согласованной работы с другими службами бригады и другие мероприятия.

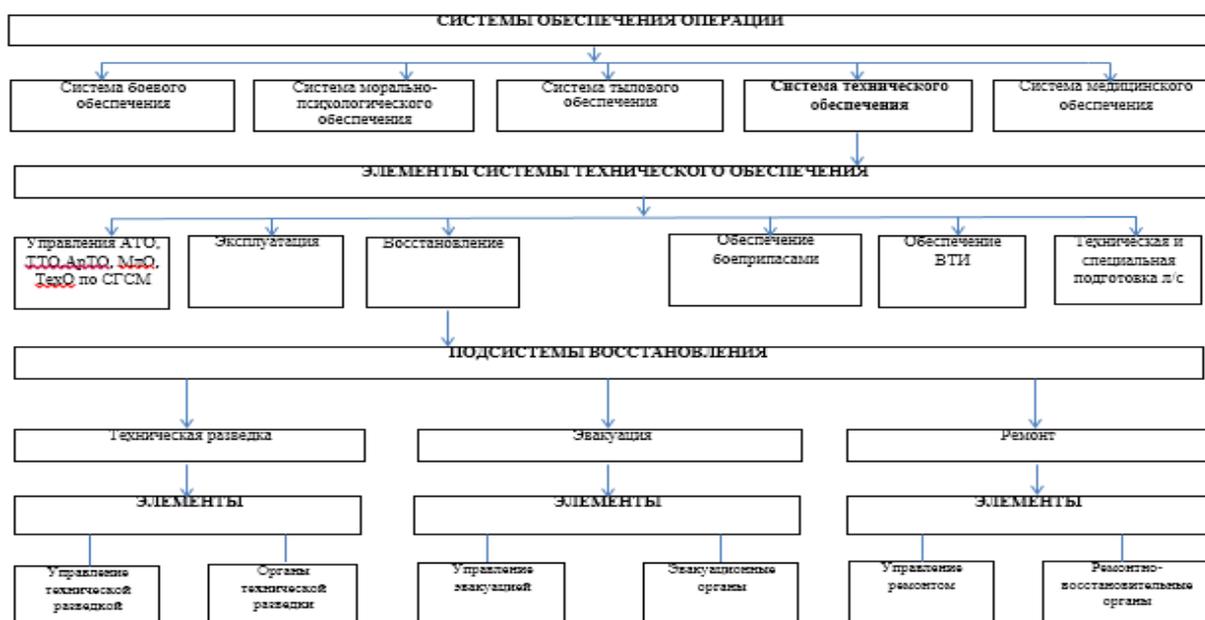


Рис. Структурно-функциональная модель системы восстановления специальной операции

Поэтому в рамках планирования восстановления ВВСТ при проведении специальной операции в зоне ответственности основное внимание уделяется, прежде всего, анализу расчетных функций, как наиболее трудоемкой и важной части работы органа управления ТехО.

Результаты ранее проведенных исследований и анализ содержания работы должностных лиц ТехО при планировании восстановления ВВСТ при проведении специальной операции в зоне ответственности показывают, что основными, наиболее трудоемкими задачами расчетной функции при планировании восстановления ВВСТ являются:

- определение потребности в технической разведке, эвакуации и ремонте по дням и периодам операции;
- распределение сил и средств ремонтно-

восстановительных органов по направлениям работ;

- распределение временных формирований (РемГ, РЭГ, ЭГ) по участкам (зонам) ответственности;
- планирование выполнения задач по восстановлению ВВСТ.

Расчеты, осуществляемые в ходе планирования, повторяются, но на новой информационной основе. Такой основой является новая информация об оперативно-технической обстановке, состоянии ремонтно-восстановительных органов и уточняемые в ходе операции заместителем командующего группировкой войск (сил) по вооружению задачи по ТехО [3, 6].

Так, уже на этапе выработки замысла на ТехО возникает необходимость в выполнении

расчетов потребностей по восстановлению ВВСТ в ходе специальной операции.

Определение потребности в восстановлении ВВСТ осуществляется аналитическим методом.

Определение потребности в восстановлении ВВСТ аналитическим методом позволяет получать расчетную потребность, близкой к фактической, но при этом коэффициент боя (атаки или обороны) учитывается усредненный.

Распределение временных формирований (РемГ, РЭГ, ЭГ) производит заместитель командира бригады по вооружению – начальник технической части с учетом начертания местности и интенсивности боевых действий, преимуществ и недостатков отдельных видов транспорта на определенных участках и определяет общий замысел их использования [4].

Таким образом, *первый этап* распределения наступает при выработке замысла на применение ремонтно-восстановительных органов в специальной операции.

При этом *временные формирования ТехО* распределяются по основным направлениям действий войск. На основе данного распределения затем производится расчёт их возможностей.

Расчёт возможностей ремонтно-восстановительных органов по восстановлению ВВСТ в операции представляет собой *второй этап* работы должностных лиц ТехО, в ходе которого требуется рационально распределить объём ВВСТ, требующего восстановления по дням операции между ремонтно-восстановительными органами и средствами старшего начальника. Главная цель расчёта заключается в максимальном удовлетворении потребности войск и всех силовых ведомств независимо от принадлежности транспортных средств, а одним из основных источников достижения требуемого уровня обеспеченности войск является рациональное привлечение всех ремонтно-восстановительных органов [5, 6].

В качестве наиболее значимых внутренних факторов, влияющих на функционирование системы восстановления, выделены:

ФВП – фактическое время планирования восстановления ВВСТ;

ЗП – задачи, решаемые должностными лицами при планировании восстановления ВВСТ;

ПТР<sub>восст.</sub> – потребность в восстановлении ВВСТ подразделений бригады;

В<sub>рем</sub> – возможности ремонтно-восстановительных органов по восстановлению ВВСТ.

Таким образом, в соответствии с рисунком 1 можно сделать вывод, что внутренними факторами, влияющими на функционирование системы восстановления ВВСТ будут организационные, связанные с особенностями работы ремонтно-восстановительных органов и особенностями, связанными с проведением технической разведки, ремонтом и эвакуацией.

### **Выводы**

Анализ функционирования системы восстановления ВВСТ ВНГ РФ при проведении специальной операции в составе группировки войск (сил) в зоне ответственности и существующей методики планирования восстановления ВВСТ при проведении специальной операции показал, что повышение эффективности планирования восстановления ВВСТ является объективной необходимостью и требует разработки новых организационно-методических решений с целью максимального использования возможностей ремонтно-восстановительного органа.

### **Литература**

1. Применение ремонтно-восстановительных частей и подразделений. Электронный учебник. - СПб.: Издательство «ВА МТО», 2018.
2. Приказ ФСВНГ РФ от 29 июня 2017 года №194дсп «Об утверждении наставления по техническому обеспечению войск национальной гвардии Российской Федерации». – М.: ФСВНГ РФ, 2017.–32с.
3. Управление автотехническим обеспечением войск. Учебник. – СПб: ВА МТО, 2019, инв. № 02377.
4. Бирик, Е. А. Основные направления организации технического обеспечения группировки войск национальной гвардии в ходе развертывания и применения её в операциях / Е. А. Бирик, П. А. Сафронов, С. В. Лянгусов // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2017. – № 1(9). – С. 61-64. – EDN YOIHVJ.
5. Анализ возможностей существующих подвижных средств технического обслуживания и ремонта в войсках национальной гвардии Российской Федерации / Д. П. Поправко, А. Н. Черненко, М. Ю. Захаров [и др.] // Наука и военная безопасность. – 2022. – № 1(28). – С. 63-67. – EDN JQAIIF.
6. Воробьев, И. В. Методики определения и повышения эффективности системы восстановления техники группировки войск /

И. В. Воробьев, Д. А. Ивлев // Перспективы совершенствования технической подготовки военнослужащих и сотрудников войск национальной гвардии Российской Федерации : Межвузовский сборник научно-практических материалов, Пермь, 24 марта 2023 года. –

Пермь: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», 2023. – С. 81-88. – EDN OKUTPA.

**VOLKOV Vitaly Viktorovich**

Lecturer of the 16th Department of the Faculty of the National Guard Troops,  
Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev, Russia, St. Petersburg

**ZANCHUKOVSKY Anatoly Vladislavovich**

student of the Faculty of the National Guard Troops,  
Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev, Russia, St. Petersburg

**SHAYAKHMETOV Ildar Maratovich**

student of the Faculty of the National Guard Troops,  
Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev, Russia, St. Petersburg

**ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE WEAPONS,  
MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT RECOVERY SYSTEM  
AND ITS FUNCTIONING PROCESSES**

**Abstract.** *This article examines the analysis of the functioning of the VST recovery system during a special operation, which shows that it does not fully meet modern requirements.*

**Keywords:** *armament, military equipment, repair and restoration bodies, repair and restoration groups.*

**МЕЧЕТНЫЙ Тимофей Сергеевич**

курсант, Новосибирский военный институт ордена Жукова имени генерала армии И. К. Якова  
влева войск национальной гвардии Российской Федерации, Россия, г. Новосибирск

**ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ  
ОРГАНОВ ВОЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные принципы организации связи, значение связи в боевых действиях, порядок и организация связи, работа командира подразделения по организации связи, современные проблемы организации связи, задачи, решаемые командиром подразделения по связи.*

***Ключевые слова:** командир, взаимодействие, командование, выполнение задач, организация.*

**П**рактическая деятельность командования и других органов военного управления, объединения (соединения), направленная на согласование действий сил и войск по целям, задачам (объектам), месту, времени и способам для направления их усилий на эффективное решение поставленных задач и достижение конечной цели (целей) действий является важной. Кроме того, организация взаимодействия предусматривает установление порядка подчинения (переподчинения) сил и войск, их вызова и наведения, выдачи данных целеуказания, а также организацию взаимного оповещения, опознавания и связи.

Основы (главные вопросы) организации взаимодействия определяются решением командующего (командира). На основе этого и указаний командующего (командира) штаб и другие органы управления объединения (соединения) планируют взаимодействие, разрабатывая вопросы организации взаимодействия с необходимой для управления силами (войсками) степенью детализации, которые отражаются в различных планирующих, директивных и исполнительных документах. Наиболее полно и концентрированно эти вопросы отражаются в плане (плановой таблице) взаимодействия, разрабатываемого текстуально или графически (на схеме).

Практическая отработка вопросов организации взаимодействия проводится командующим (командиром) и штабом (по специальному плану) путем проведения розыгрыша основных оперативных (тактических) эпизодов по возможным вариантам действий, указаний старшего начальника и докладов, подчиненных по порядку применения своих сил и войск. Организованное взаимодействие в дальнейшем

должно непрерывно поддерживаться и немедленно восстанавливаться при его нарушении. При резком изменении обстановки, возникшей необходимости выполнении новых оперативных (боевых) задач, взаимодействие, как правило, организуется заново. Взаимодействие между силами (войсками) организует тот командующий (командир), который ими управляет. Оно организуется и поддерживается в интересах сил (войск), которые действуют на главном направлении и решают главные задачи. Организация и поддержание взаимодействия должна быть простой, надежной и соответствовать уровню подготовленности и возможностям сил (войск), привлекаемых к решению оперативных (боевых) задач.

Совместные согласованные по целям, задачам, месту (районам, высотам), времени и способам выполнения задач действия войск (сил) для достижения цели операции (боевых действий, боя); принцип военного искусства. В зависимости от масштаба военных действий и состава участвующих войск (сил) различают тактическое, оперативное и стратегическое взаимодействие. Цель взаимодействия определяется в интересах тех войск (сил), которые действуют на главных направлениях и выполняют основные, определяющие исход военных действий, задачи.

В зависимости от цели взаимодействия и способов его достижения различают основные формы взаимодействия: придания и поддержки. Организация взаимодействия в форме придания означает передачу в оперативное подчинение войск тому командиру, в интересах которого организуется взаимодействие. Организация взаимодействия в форме поддержки предполагает выполнение задач в чьих-то

интересах войсками, остающимися в подчинении своих командиров. Применительно к задачам прикрытия позиционных районов целью взаимодействия является обеспечение благоприятных условий прикрываемым соединениям для подготовки и проведения пусков ракет. Чтобы достичь указанной цели, взаимодействие должно быть эффективным, целенаправленным, централизованным, гибким, непрерывным и устойчивым.

В зависимости от того с какими войсками организуется взаимодействие, различают внутреннее и внешнее взаимодействие. Внутреннее взаимодействие организуется между частями соединения или подразделениями части тем командиром, которому они подчинены, в том числе и временно. Внешнее взаимодействие осуществляется между подразделениями, частями или соединениями, подчиненными разным командирам. В этом случае взаимодействие между ними по основным вопросам организуется старшим командиром (командующим), а по не основным, обеспечивающим вопросам они согласуют порядок совместных действий сами на основе указаний старшего командира.

В общем случае организация взаимодействия включает: определение порядка

взаимодействия, т. е. согласование действий войск по задачам, способам, месту и времени; согласование мероприятий по обеспечению, поддержанию и восстановлению взаимодействия; планирование взаимодействия; доведение задач до взаимодействующих соединений, частей, подразделений и органов управления.

В дальнейшем взаимодействие поддерживается и при необходимости восстанавливается или организуется заново, если ранее спланированный порядок взаимодействия не соответствует условиям сложившейся обстановки.

Таким образом, на основе вышеперечисленных фактов и обстоятельств формируется вывод о том, что взаимодействие между подразделениями является одним из ключевых действий для успешного выполнения поставленных задач.

### Литература

1. <https://dictionary.mil.ru/folder/123101/item/127707/>.
2. <https://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details.htm?id=12778@morfDictionary>.
3. [http://www.compancommand.com/index/organizacija\\_vzaimodejstvija/0-861](http://www.compancommand.com/index/organizacija_vzaimodejstvija/0-861).
4. [https://function.mil.ru/news\\_page/country/more.htm?id=12200524%40cmsArticle](https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12200524%40cmsArticle).

### MECHETNY Timofey Sergeevich

cadet, Novosibirsk Military Institute of the Order of Zhukov named after Army General I. K. Yakovlev of the National Guard of the Russian Federation, Russia, Novosibirsk

## ORGANIZATION OF INTERACTION BETWEEN UNITS OF THE MILITARY ADMINISTRATION

**Abstract.** *This article discusses the basic principles of communication organization, the importance of communication in combat operations, the order and organization of communication, the work of the commander of the communication unit, modern problems of communication organization, tasks solved by the commander of the communication unit.*

**Keywords:** *commander, interaction, command, task execution, organization.*

**ШЕВЦОВ Данил Михайлович**

курсант, Новосибирский военный институт ордена Жукова имени генерала армии И. К. Якова  
влева войск национальной гвардии Российской Федерации, Россия, г. Новосибирск

## **ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ГРАЖДАНСКО-ПРАВОВЫМ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМ**

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются теория и практика правового регулирования ответственности воинских частей войск национальной гвардии Российской Федерации за нарушение субъективных гражданских прав и интересов участников общественных отношений.*

***Ключевые слова:** войска национальной гвардии, гражданско-правовая ответственность, воинские части ВНГ, обязательства.*

**П**равовую основу деятельности войск национальной гвардии составляют Конституция Российской Федерации, общепризнанные принципы и нормы международного права, международные договоры Российской Федерации, федеральные конституционные законы, настоящий Федеральный закон, другие федеральные законы, нормативные правовые акты Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, а также нормативные правовые акты федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере деятельности войск национальной гвардии Российской Федерации, в сфере оборота оружия, в сфере частной охранной деятельности, в сфере частной детективной деятельности, в сфере вневедомственной охраны, а также в сфере обеспечения общественной безопасности в пределах своих полномочий (далее – уполномоченный федеральный орган исполнительной власти), и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие деятельность войск национальной гвардии.

Гражданско-правовая ответственность, являясь видом юридической ответственности, обладает как общеродовыми признаками юридической ответственности, так и своими видовыми особенностями, обусловленными особым предметом и методом регулирования гражданских правоотношений.

Эти особенности находят свое выражение в следующем:

- **во-первых**, гражданско-правовая ответственность имеет имущественный характер, причем в имущественной форме компенсируются и нарушения личной неимущественной сферы потерпевшего (например, возмещение вреда, причиненного здоровью; возмещение морального вреда и др.). «Применение гражданско-правовой ответственности всегда связано возмещением убытков, взысканием причиненного ущерба, уплатой неустойки (штрафа, пени)»;
- **во-вторых**, связанные с ней негативные последствия имеют праввосстановительный (компенсационный) характер, т. е. направлены на восстановление положения потерпевшего, которое существовало до момента нарушения его субъективных гражданских прав, и поэтому имущественные санкции, возлагаемые на правонарушителя, взыскиваются в пользу потерпевшей стороны;
- **в-третьих**, гражданско-правовая ответственность представляет собой ответственность одного субъекта правоотношений перед другим субъектом, т. е. правонарушителя перед потерпевшим (в отличие, например, от уголовной или административной ответственности, когда правонарушитель несет ответственность перед государством или уполномоченным им органом);
- **в-четвертых**, негативные последствия гражданского правонарушения могут быть устранены добровольно самим правонарушителем, т. е. гражданско-правовая ответственность может реализовываться и без участия компетентных государственных органов и уполномоченных им лиц;

- **в-пятых**, размер гражданско-правовой ответственности, как правило, соответствует размеру причиненного вреда или убытков. В этом отличительном признаке наиболее четко проявляется цель гражданско-правовой ответственности – восстановление имущественных прав потерпевшего;

- **в-шестых**, гражданское законодательство содержит ряд норм, предусматривающих ответственность за невиновное поведение, то есть за случай (казус), что осуществляется в целях надлежащего обеспечения интересов наименее защищенного в конкретном гражданско-правовом отношении потерпевшего, а также в целях стимулирования участников гражданско-правовых отношений к принятию мер по сведению к минимуму возможности причинения вреда.

Возможность участия в гражданско-правовых отношениях возникает у воинских частей войск национальной гвардии Российской Федерации благодаря обладанию гражданской правосубъектностью, которая реализуется в рамках компетенции руководящих органов и не может выйти за её пределы. Это обстоятельство сильно влияет на возникающие гражданско-правовые отношения с участием воинских частей войск национальной гвардии Российской Федерации. Гражданская правосубъектность «фиксирует» очерченные границы правовых способностей лица (в том числе воинской части), выступая в то же время в роли одной, общей предпосылки участия лиц в правоотношениях. Следует предположить, что обладания гражданской правосубъектностью, так или иначе, для субъекта недостаточно, для того чтобы однозначно иметь конкретные субъективные гражданские права, нести установленные законом обязанности. Правосубъектность – предпосылка обладания субъективными правами, а для возникновения этих прав явно необходимо юридический факт, влекущий на основе правосубъектности возникновение конкретного субъективного права. Созданные государством воинские части войск национальной гвардии Российской Федерации, как и в целом, призваны решать определенные, четко поставленные цели, наделение соответствующей компетенцией играет в этом контексте не последнюю роль. Воинские части войск национальной гвардии Российской Федерации – это носители прав и обязанностей, которые нужны воинским частям для выполнения возложенных на данные организации задач. Характерно то, что участие в гражданско-правовых отношениях для

воинской части означает наличие гражданских прав и обязанностей, которые теснейшим образом связаны с формированием и развитием материально-финансовых ресурсов для выполнения тех или иных задач.

Главная особенность гражданской правосубъектности воинской части заключается в том, что при определении характера и содержания гражданской правоспособности воинской части следует иметь в виду, что воинские части, в отличие от остальных юридических лиц, созданы не для участия в гражданских правоотношениях, которое носит для них вспомогательный по отношению к основной деятельности характер, и они не могут использовать свою правосубъектность в противоречии с этими целями и не должны иметь широких возможностей для занятия приносящей доход деятельностью. Поэтому их гражданская правосубъектность хотя и может быть достаточно широкой по содержанию, но в целом носит ограниченный характер и организационно-правовой формой, в которой создается военная организация как юридическое лицо, является государственным учреждением.

Таким образом, обозначены важные, основные особенности воинских частей как субъектов гражданских отношений. Информация может быть использована в сфере разработки и регулирования гражданско-правового статуса военных организаций и их правосубъектности.

### Литература

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993г.) // Собрание законодательства Российской Федерации. 04 августа 2014г. № 31. Ст. 4398.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
3. О войсках национальной гвардии Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 3 июля 2016 года № 226-ФЗ // «Российская газета», № 146, 06.07.2016.
4. О материальной ответственности военнослужащих: Федеральный закон Российской Федерации от 12 июля 1999 г. № 161-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
5. Об обороне: Федеральный закон Российской Федерации от 31 мая 1996 г. № 61-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

**SHEVTSOV Daniil Mikhailovich**

cadet, Novosibirsk Military Institute of the Order of Zhukov named after Army General  
I. K. Yakovlev of the National Guard of the Russian Federation, Russia, Novosibirsk

## **RESPONSIBILITY OF THE MILITARY UNIT OF THE NATIONAL GUARD OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL OBLIGATIONS**

***Abstract.** This article examines the theory and practice of legal regulation of the responsibility of military units of the National Guard of the Russian Federation for violation of subjective civil rights and interests of participants in public relations.*

***Keywords:** National guard troops, civil liability, military units in NG, obligations.*

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



10.5281/zenodo.10672023

**БЕЗПЯТЫЙ Максим Викторович**  
независимый исследователь, Россия, г. Москва

## К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ И НЕПРЕРЫВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ (CI/CD) ДЛЯ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Аннотация.** Статья посвящена разработке методики построения непрерывной интеграции и непрерывного развертывания (CI/CD) для задач подготовки программного обеспечения в целях ускорения разработки и доставки ПО. Раскрываются теоретические основы и специфика построения CI/CD. Уточняется, что сегодня сохраняется высокое значение решения задач поиска оптимального и универсального способа (методики) построения CI/CD, следуя которому разработчики с большей уверенностью могли бы эффективно подготавливать программное обеспечение в установленные сроки, а также вносить изменения в готовый продукт. В результате представлена авторская методика построения непрерывной интеграции и непрерывного развертывания (CI/CD), включающая в себя свод правил и принципов организации отдельных процессов в CI/CD, их назначение и обоснование реализации. По итогам исследования отмечается, что предложенные практики являются достаточно инвариантными и универсальными. Формируются особые перспективы результативного применения авторской методики построения CI/CD в деятельности различных команд с различной спецификой и требованиями к разработке программных продуктов, что найдет отражение в дальнейших исследованиях.

**Ключевые слова:** CI/CD, оптимизация разработки, внесение изменений в код, DevOps, Continuous Integration, Continuous Deployment, команда разработчиков.

### Введение

В условиях постоянного роста требований к качеству и скорости разработки к команде разработчиков вопросы оптимизации и совершенствования процесса работы в области программирования приобретают прикладное значение. Сегодня процессы, связанные с разработкой программного обеспечения (далее – ПО), становятся все более сложными и динамичными. В подобных условиях возникает потребность в разработке эффективных и автоматизированных методик для обеспечения надежной доставки программного продукта в промышленную среду. С одной стороны, имеются требования заказчика, которые с каждым днем изменяются ввиду различных причин (выявление проблем продукта в ходе использования, уточнение необходимости внедрения дополнительного функционала, растущие запросы на цифровизацию и многие другие причины). С

другой стороны, существует команда разработчиков, ответственная за разработку ПО, его качество, уровень оптимизации, а также сроки его поставки в компанию (дата релиза). Первопричиной необходимости повышения скорости и слаженности работы команды в процессе разработки ПО становится именно ускорение даты релиза, что требует реализации процедур автоматизации, позволяющих при отсутствии высоких затрат увеличить скорость выполнения задач разработчиками. Существуют различные пути оптимизации скорости работы команды разработчиков ПО, например, найм дополнительных сотрудников, однако подобные способы сказываются на издержках, закономерно увеличивая стоимость программных решений и оказывая не последнее влияние на его доступность, востребованность и конкурентоспособность в условиях рынка. Более того, не всегда подобные способы позволяют

преодолеть проблему согласования действий сотрудников, ускорения выполнения работы. Таким образом, возникает проблема, связанная с поиском наиболее оптимальных путей повышения эффективности работы команды разработчиков.

Continuous Integration/Continuous Deployment (далее – CI/CD) является одним из самых распространенных и эффективных подходов к автоматизации и оптимизации процессов разработки и доставки программного обеспечения. Реализация данной DevOps практики не требует высоких затрат и при эффективной реализации позволяет улучшить качество разработки и повлиять в конечном счете на скорость доставки программного обеспечения. Достижение заданных преимуществ основано на применении специальных подходов. В данной статье предполагается проведение разработки методики построения CI/CD, которая позволит повысить эффективность и качество процессов разработки и доставки программного обеспечения.

Цель статьи – разработать методику построения непрерывной интеграции и непрерывного развертывания (CI/CD) для задач подготовки программного обеспечения (ускорения разработки и доставки ПО).

#### Литературный обзор

Исследованию CI/CD сегодня посвящаются все больше научных работ, раскрывающих отдельные вопросы, практики и подходы к построению CI/CD с перспективой улучшения процессов разработки. Так, по мнению А.А. Невского CI/CD служит инструментом улучшения промышленных практик, что требует разработки эффективной комбинации [4]. Комбинация CI/CD представляет под собой раскрытие системы шагов при выполнении процедур CI/CD в ходе работы DevOps-инженера. Построение CI/CD является прикладной задачей в процессе разработки программного обеспечения, ключевое назначение которой – автоматизировать процесс разработки, что в особенности значимо в сложных проектах.

М.В. Безпятаый верно отмечает, что сегодня в практике DevOps высокое значение приобретает организация работы по автоматизации и оптимизации, что связано с комплексной трансформацией процессов разработки и последующего развертывания ПО. Автор выделяет множество подходов к автоматизации в деятельности DevOps-инженера, указывая на высокую перспективу CI/CD [2]. Опираясь на

исследование М.В. Безпятаого, отметим, что сегодня деятельность разработчика может быть значительным образом улучшена – это связано с поиском новых практик оптимизации и автоматизации работы, с перспективой влияния не только на скорость работы, но и на качество подготавливаемых программных продуктов. Прикладное значение CI/CD достаточно наглядно продемонстрировано в работе М.В. Денисовой, которая показывает, как CI/CD влияет на процессы организации дистанционного обучения. По итогам исследования автор показывает, что CI/CD способствует не только эффективному тестированию разработок преподавателя, но и позволяет проверять базовый рабочий процесс, улучшить контроль за средой и т.д. [7].

Е.А. Басыня указывает на необходимость улучшения программного обеспечения путем использования автоматических тестов и инструментов непрерывной интеграции [1]. Отметим, что CI/CD действительно является способом быстрого рецензирования кода, проверки программного обеспечения, позволяющим воспроизводить гибкий подход (Agile) к управлению разработкой. Аналогичные выводы прослеживаются в работе А.Г. Феоктистова и соавторов, которые считают, что CI/CD позволяет учитывать специфику решаемых задач, расширить спектр подходов к разработке программного обеспечения, использовать конкретные предметные данные, сокращать общее число ошибок и сбоев на прикладном уровне, увеличить эффективность задействованных ресурсов [5]. И.В. Кузьмина и В.Р. Фидельман указывают на эволюционирование подходов к непрерывной интеграции приложений, что требует постоянного улучшения практических способов организации CI/CD [3]. В исследовании А.Н. Черных и соавторов CI/CD рассматривается как способ сокращения факторов неопределенности в разработке, обеспечивающий надежность вычислительных операций и повышение эффективности использования ресурсов. По итогам исследования авторы приходят к выводам о том, что инструментарий CI/CD демонстрирует ряд относительных преимуществ в работе разработчиков при решении прикладных задач [6].

Тематика CI/CD пользуется спросом также и в трудах зарубежных исследователей, которые не только описывают возможности, преимущества и ситуации эффективного применения CI/CD в деятельности DevOps-инженера, но и

раскрывают собственные подходы к организации CI/CD. Так, в исследовании В. Smith и соавторов особое внимание уделяется именно проблеме оптимизации затрат на разработку и доставку программного обеспечения, с перспективами удовлетворения всех ожиданий будущих пользователей. Авторы указывают на высокое прикладное значение решения задач модернизации подходов к разработке программного обеспечения, формирования лучших практик и использования декларативных способов организации автоматизации [12]. Иными словами, авторы указывают на высокую ценность разработки конкретизированных подходов к организации оптимизационных процедур. В качестве достаточно эффективных оптимизационных процедур можно выделить CI/CD, которые на практике отвечают задачам улучшения разработки. S.P. Sinde и соавторы фокусируются на раскрытии специфических механизмов реализации процедур CI/CD, указывая на факт того, что CI/CD обеспечивает автоматизацию и непрерывный мониторинг работы разработчиков программного обеспечения на протяжении всего проекта. CI/CD используется для непрерывной интеграции и доставки и требует в ряде случаев применения оптимизационных настроек, дабы обеспечить высокое качество исполнения рабочих процессов [11]. S. R. Dileepkumar и D. Mathew считают, что именно поставка программного обеспечения вызывает наибольшее число проблем, связанных с необходимостью постоянного совершенствования программы за счет исправления возникающих ошибок в приложении. CI/CD по мнению авторов служит практическим инструментом обеспечения гибкости поставок программного обеспечения с заведомо известным качеством и соблюдением установленных сроков. CI/CD соответствует задачам перехода в облачный формат развертывания вычислений, демонстрируя высокий уровень экономической эффективности и относительную простоту реализации [8]. Эти и многие другие преимущества CI/CD зависят от конкретного подхода к развертыванию процессов реализации, что указывает на существенные перспективы разработки методики построения CI/CD.

Согласимся и с позицией F. Sethi, отождествляющей CI/CD двум векторам, в которых оба имеют единое направление и разную величину [10]. CI/CD призвана ускорить процесс разработки ПО и улучшить качество кода за счет использования ряда надежных способов,

например, автоматической подготовки и отслеживания выпуска для производства, реализации типовых (рутинных) операций, что сказывается на продуктивности команды разработчиков и позволяет следовать намеченным стандартам. Перспектива CI/CD существенна и с точки зрения её внедрения в управление разработкой, с централизованным развертыванием и использованием в качестве основы формирования инфраструктуры. P.N. Mahendra и соавторы считают, что CI/CD при применении в структуре управления командой разработчиков позволяет направить существующий поток процессов на реализацию единой цели, параллелизировать работу нескольких разработчиков без создания препятствий и противоречий в их взаимодействии. Авторы называют CI/CD лучшей практикой быстрого и безостановочного совершенствования программного обеспечения. Тем не менее, в исследовании также выделяется наличие противоречий в области поиска наиболее эффективных методик построения CI/CD, что по мнению авторов является значимым направлением будущих исследований [9]. M. Shanin и соавторы провели детальное исследование существующих практик построения CI/CD, указывая на тридцать подходов и внутренних инструментов CI/CD, позволяющих достигать поставленных целей при заданных условиях совершенствования процессов разработки программного обеспечения. По итогам исследования авторы приходят к выводам о том, что для более точного и эффективного воспроизводства CI/CD требуется учитывать такие параметры, как время тестирования, область применения, существующая инфраструктура, которые значительно сказываются на итоговой организации CI/CD [13].

Таким образом, результаты проведенного литературного обзора позволяют заключить, что в современном научно-исследовательском поле тема CI/CD становится все более востребованной. Несмотря на множественные попытки описания, классификации или улучшения CI/CD, зачастую, CI/CD основана на специфических задачах и проектах, требует учета входных данных, что сказывается на результатах применения отдельных методик. При отклонении от условий, в которых конкретная методика продемонстрировала эффективность, результативность построения CI/CD может значительно сократиться. Сохраняется весомое значение решения задач поиска оптимального и универсального способа (методики) построения

CI/CD, что определяет перспективу раскрытия подходов из реальной практики автора настоящего исследования.

### Система контроля версий

Первым шагом в построении CI/CD является настройка системы контроля версий (например, Git). Использование «версионного» хранения стало неотъемлемой частью современной разработки программного обеспечения и проектов совместной работы. Версионное хранение или системы контроля версий – это механизм для отслеживания и управления изменениями в файлах и документах, используемых в различных проектах разработки и других типах проектов. Каждое изменение в коде должно быть зафиксировано.

Система контроля версий предоставляет следующие преимущества команде разработчиков:

- история изменений помогает отслеживать, кто, когда и по какой причине вносил изменения в проект. Это особенно значимо при отладке, поиске причин ошибок и восстановлении предыдущих версий;
- коллаборация. Каждый член команды может работать над своей копией файлов и объединять изменения в общий репозиторий, что позволяет эффективно сотрудничать над проектом;
- откат изменений позволяет отменить нежелательные изменения и восстановить предыдущие версии файлов или документов. Это обеспечивает безопасность при внесении изменений и устранении ошибок;
- резервное копирование. Каждое изменение в системе контроля версий сохраняется, что обеспечивает автоматическое резервное копирование данных;
- ветвление помогает экспериментировать с новыми функциями или изменениями, не затрагивая основной код проекта до завершения и тестирования;
- версионное маркирование позволяет пометить и выпускать стабильные версии программного продукта, что облегчает обновление и отслеживание выпусков.

Использование системы контроля версий позволяет разработчикам эффективно управлять изменениями и обеспечивает стабильность, безопасность и надежность проектов.

### Коммиты

Коммит (commit) представляет собой запись или точку сохранения изменений в кодовой базе проекта. Каждый коммит содержит

информацию о том, какие конкретные изменения были внесены, кто сделал эти изменения и в какой момент времени. Коммиты используются для отслеживания истории изменений, обеспечивая возможность вернуться к определенному состоянию проекта в будущем и управлять совместной разработкой.

Коммиты следует делать, когда вносятся существенные изменения в кодовую базу, которые предполагается сохранить и использовать в дальнейшем. Например, это может быть добавление новой функциональности, исправление ошибки, оптимизация кода или какие-либо другие изменения, которые влияют на работу программы. Каждый коммит должен быть логически связан с определенной задачей или изменением, чтобы облегчить понимание истории изменений в будущем.

Частота создания коммитов зависит от конкретного проекта, но существует несколько рекомендаций:

- частые и маленькие коммиты. Достаточно эффективной практикой является частое создание небольших коммитов. Это позволяет отслеживать изменения пошагово и облегчает просмотр и рецензирование кода. Каждый коммит может быть ограничен определенными изменениями, таким образом, весь процесс разработки более структурирован и предсказуем;
- логическая разбивка. Разделение изменений на логические блоки, что позволяет в дальнейшем учитывать этапность разработки. Например, если осуществляется работа над новой функциональностью, необходимо разделить её на несколько этапов и создавать коммиты после завершения каждого этапа;
- создание коммитов перед выполнением важных действий, таких как изменение архитектуры или внесение существенных изменений в код. Это помогает создать точку восстановления, которая используется в случае неполадок;
- коммиты перед отправкой на рецензию. В процессе работы в команде рекомендуется создавать коммиты перед отправкой кода на рецензию. Это позволит другим разработчикам оценить код и предоставить обратную связь;
- необходимо придерживаться логической структуры и удобочитаемости при создании коммитов, чтобы облегчить разработчикам работу с кодом.

Можно выделить некоторый стандарт написания коммитов:

1. Краткое и информативное сообщение. Каждый коммит должен иметь краткое и информативное сообщение, которое описывает изменение. Как правило, описание включает в себя 50-72 символа для первой строки, чтобы она была читаемой в различных инструментах.

2. Использование тегов (опционально). Теги используются в сообщении коммита, чтобы явно указать тип изменения:

- feat – внесены изменения для добавления новой функции;
- fix – произведено исправление ошибки;
- chore – изменения, которые не связаны с исправлением или новой функцией, и не модифицируют исходные или тестовые файлы (например, обновление зависимостей);
- refactor – рефакторинг кода, который не исправляет ошибку и не добавляет новую функцию (например переименование переменной);
- docs – обновления документации, такие как README или другие файлы в формате markdown;

- style – изменения, связанные с форматированием кода, таким как пробелы, отсутствие точек с запятой и так далее.;

- test – добавление новых тестов или корректировка предыдущих тестов;

- perf – улучшения производительности;

- ci – связанные с непрерывной интеграцией;

- build – изменения, влияющие на систему сборки или внешние зависимости;

- revert – отмена предыдущего коммита.

3. Использование повелительного наклонения. Предполагает написание сообщений в повелительном наклонении, начиная с глагола. Например: «Добавьте функцию X», «Исправьте баг Y», «Обновите зависимости».

4. Спецификация контекста. В случае необходимости основное сообщение дополняется описанием контекста или причиной изменения. Это может быть вторая строка коммита, разделенная пустой строкой.

5. Ориентация на аккуратность. Необходимо избегать лишних пробелов, опечаток и ненужных символов в коммите.

Достаточно наглядным примером, верно составленного коммита является следующий (рис. 1):

```
fix(TASK-123): fix foo to enable bar

This fixes the broken behavior of the component by doing xyz.

Fixed TASK-123
```

Рис. 1. Пример верно составленного коммита

### Запросы на слияние

Запросы на слияние (или pull request, также известные как merge request) – это важная практика в системах контроля версий, используемая при совместной разработке программного обеспечения. Они представляют собой механизм для интеграции изменений из одной ветки (обычно ветки фич или исправлений) в другую (например, основную ветку или ветку разработки). Запросы на слияние необходимы для следующих задач:

- рецензирование кода. Запрос на слияние позволяет команде разработчиков рецензировать предполагаемые изменения. Коллеги могут просмотреть код, комментировать его, предлагать улучшения и проверять, что все соответствует стандартам кодирования и требованиям проекта;

- обсуждение и коммуникация. В рамках запроса на слияние возможно обсудить изменения, задать вопросы и предложить идеи. Это помогает согласовать изменения, улучшить качество кода и обеспечить обмен знаниями между участниками проекта;

- избегание конфликтов. В случае, когда несколько разработчиков работают над одной и той же частью кода одновременно, запрос на слияние помогает избежать конфликтов в коде, которые могут возникнуть при попытке объединения изменений напрямую;

- тестирование. Перед тем как изменения попадут в основную ветку, их можно протестировать на соответствие функциональности и отсутствие ошибок. Это помогает избежать внесения проблемных изменений в основную кодовую базу;

- отслеживание истории изменений. Запросы на слияние создают понятную историю изменений. Каждый запрос может быть прокомментирован, а его история будет видна в системе контроля версий. Это помогает отслеживать, кто, в какой момент времени и по какой причине вносил изменения;

- безопасность и контроль качества. Запросы на слияние позволяют команде поддерживать высокий уровень качества кода и контролировать процесс интеграции изменений в основную кодовую базу.

Так, запросы на слияние обеспечивают более структурированный и обоснованный процесс интеграции изменений, что помогает улучшить совместную разработку и поддержку проектов.

### Ревью кода

Ревью кода (или код-ревью) – это практика в разработке программного обеспечения, при которой другие разработчики из команды или сообщества анализируют и обсуждают код, написанный одним из участников проекта, с целью повысить качество, надежность и понимание кодовой базы. Это важный этап в процессе разработки, который помогает выявить ошибки, улучшить архитектуру, обменяться знаниями и поддержать единые стандарты кодирования.

Ревью кода может проводиться различными способами, например, с помощью систем для контроля версий, где разработчики могут оставлять комментарии и предложения по улучшению кода. Основные цели ревью кода включают в себя:

1. Обнаружение ошибок. Другие разработчики могут выявить ошибки, которые автор кода мог не заметить, такие как потенциальные утечки памяти, неправильное использование функций или пропущенные проверки на входных данных.

2. Улучшение качества кода. Разработчики могут предложить улучшения в структуре кода, оптимизации, использовании паттернов проектирования и других аспектах, чтобы сделать код более читаемым, эффективным и поддерживаемым.

3. Поддержание стандартов. Ревью кода способствует соблюдению единых стандартов кодирования и архитектурных решений в проекте, что улучшает согласованность кодовой базы.

4. Обмен знаниями. Ревью кода предоставляет возможность разработчикам

обмениваться знаниями и опытом, учиться друг у друга и развиваться профессионально.

5. Повышение надежности. Путем анализа и обсуждения кода можно выявить уязвимости, недочеты в безопасности и другие проблемы, которые могут повлиять на надежность программы.

6. Снижение технического долга. Ревью кода помогает выявить участки кода, требующие рефакторинга или улучшений, что способствует снижению накопленного технического долга.

Таким образом, ревью кода способствует созданию более качественного и надежного программного обеспечения, а также повышает уровень сотрудничества и коммуникации в команде разработки. Проведение ревью кода – это структурированный и целенаправленный процесс, который требует внимания, терпимости и сотрудничества. Для того чтобы с большей эффективностью проводить ревью кода, необходимо следовать ряду принципов:

1. Ревью кода следует проводить на этапе, когда разработчик закончил написание кода и готов передать его на обзор. Нежелательно начинать ревью слишком рано или слишком поздно.

2. Необходимо установить четкие критерии и ожидания для ревью, определить, какие аспекты кода должны быть оценены: структура, читаемость, производительность, безопасность и т. д.

3. Применение множества инструментов и платформ (например, GitHub, GitLab, Bitbucket), которые предоставляют функциональность для ревью кода, что делает процесс более структурированным.

4. Рецензенты могут оставлять комментарии непосредственно в коде или в системе ревью. При этом комментарии должны быть конструктивными и доходчивыми.

5. Разработчику, сдавшему код на ревью, необходимо быть готовым объяснить свои решения и обосновать принятые дизайн-решения. Это способствует пониманию и снижает вероятность недопониманий.

6. Ревью кода целесообразно направить на улучшение кода и процесса разработки. Комментарии к коду следует формулировать так, чтобы обратить внимание на конкретные проблемы.

7. Разработчику целесообразно выбирать наиболее критичные и значимые с точки зрения улучшения кода комментарии.

8. Ревью кода является возможностью для организации обучения и обмена опытом между членами команды. Разработчики могут учиться друг у друга, делясь знаниями о лучших практиках и технических аспектах.

9. После завершения ревью необходимо убедиться, что все обсуждения, комментарии и решения были достаточно задокументированы. Это позволит отслеживать изменения и обсуждения в будущем.

10. Необходимо проводить постоянный анализ, направленный на установление того, каким образом можно улучшить процесс ревью, чтобы сделать его более эффективным и продуктивным.

Важно понимать, что ревью кода – это совместный труд команды, направленный на достижение общей цели – создание качественного программного обеспечения.

**Организация работы с Git**

Существует несколько подходов для организации работы с версионным контролем и управлению разработкой ПО. Среди основных подходов из личной практики автора можно выделить:

1. Git-flow

Git-flow – это модель ветвления, предложенная Vincent Driessen, которая определяет строгий набор ветвей и правил для их использования.

- main (или master) – содержит текущую выпущенную версию кода и должен соответствовать коду, который находится в продакшене;
- develop – содержит копию основной ветки с добавленными изменениями, которые были внесены с момента последнего релиза;
- feature – разработчики создают ветви feature на основе ветки develop для работы над новыми функциями. В отличие от веток main и develop, нет единственной ветки с названием feature. Имена веток обычно выбираются в зависимости от внесенных изменений, например bug/StackOverflowFixInService. Если вы используете JIRA и настроили интеграцию с GitHub или Bitbucket, вы также можете видеть номер задачи JIRA в имени ветки, чтобы она отображалась в задаче JIRA, например task/PRJ-1234-AddCardPage;
- release – после завершения работы разработчиков над изменениями создается новая ветка, которая объединяется из ветки develop для создания релиза. Ветка обычно названа по номеру релиза, например release/1.2.3;
- hotfix – если существует срочная проблема в продакшене, требующая исправления кода, создается ветка hotfix. Она создается непосредственно из ветки main и обычно названа по инциденту, например hotfix/INC1234-InvalidPageMatch.

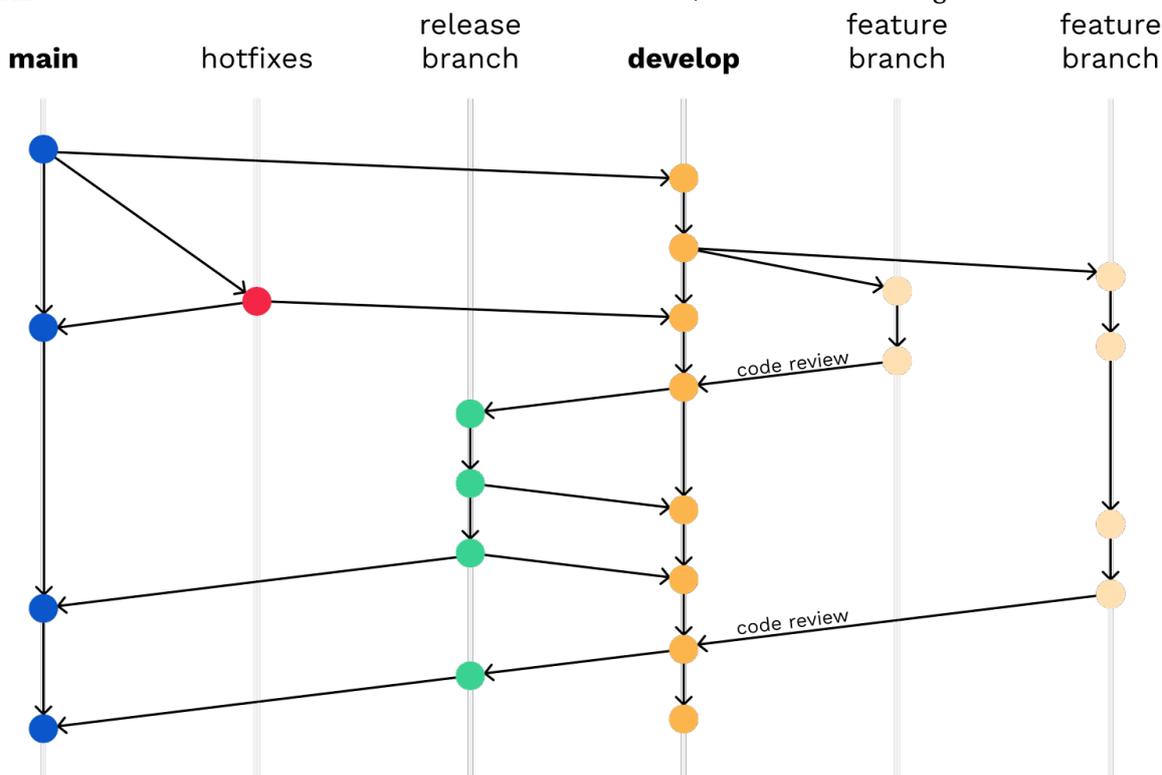


Рис. 2. Построение Git-flow

Git-flow эффективен в проектах с долгим циклом разработки, где есть несколько версий продукта, которые поддерживаются параллельно. Git-flow используется, когда требуется высокий уровень стабильности и контроля над релизами, и когда команда разработки обладает опытом и желанием следовать строгому процессу.

2. GitHub Flow.

GitHub Flow – это более простая и линейная модель ветвления, предложенная GitHub,

которая подходит для более быстрых и частых релизов.

С использованием подхода GitHub flow у разработчика всегда есть только 2 ветки:

- main (или master) – аналогично GitFlow, основная ветка содержит весь код, который можно развернуть для проекта;
- feature – разработчики создают ветки непосредственно от main для работы над новыми функциями.

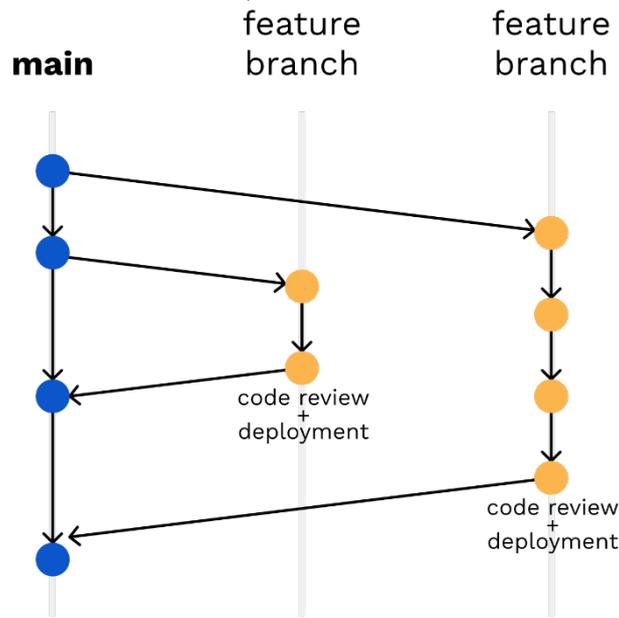


Рис. 3. Построение GitHub Flow

GitHub Flow рекомендуется для небольших команд и проектов с активной разработкой и доставкой ПО. GitHub Flow основан на создании небольших feature-веток, которые после завершения протестированы и затем вливаются в основную ветку (обычно это master или main).

3. Trunk-Based Development

Trunk-Based Development (далее – TBD) – это методология, которая предполагает непрерывное вливание (merge) кода в основную ветку (trunk или main) проекта.

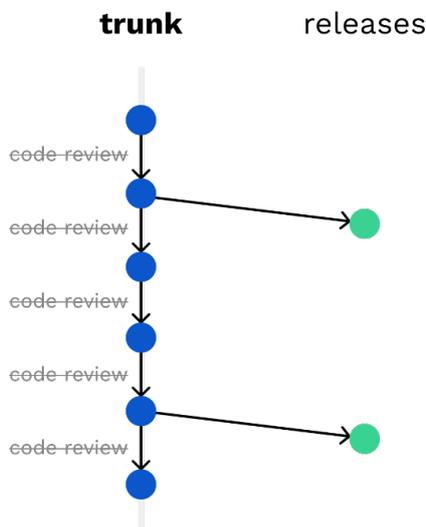


Рис. 4. Построение Trunk-Based Development

Этот подход применяется, когда команда стремится к высокой скорости разработки, уменьшению времени нахождения ошибок и более быстрой доставке функциональности пользователям. Trunk-Based Development эффективен в командах с хорошо налаженными тестами и автоматизированными процессами развертывания.

4. Scaled Trunk-Based Development

Scaled Trunk-Based Development (далее – STBD) – это расширение методологии TBD для больших и сложных проектов или организаций. В этом случае, когда проект масштабируется, возникают проблемы с конфликтами и сложностью интеграции кода. STBD включает стратегии и практики для управления масштабированным процессом разработки на основе основной ветки.

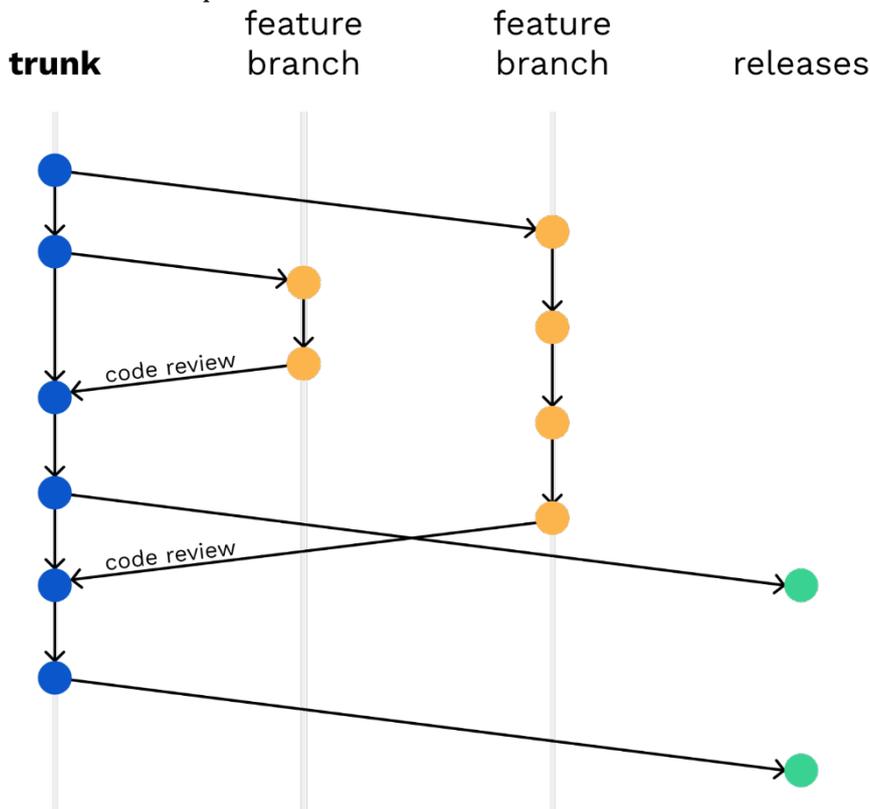


Рис. 5. Построение Scaled Trunk-Based Development

Построение Scaled Trunk-Based Development может включать в себя подходы к разделению кодовой базы на модули, частичную автоматизацию слияний, введение Code Review и другие подходы.

Отметим, что выбор конкретного подхода зависит от различных факторов, таких как размер команды, сложность проекта, уровень опыта команды, требования к частоте и стабильности релизов и другие факторы. Некоторые команды могут адаптировать или комбинировать различные подходы для нахождения наилучшего сочетания для своего проекта. Важно помнить, что не существует универсального правила, и каждая команда должна выбрать подход, который наилучшим образом соответствует её потребностям и проекту.

**Окружения**

Определение окружений для Agile команд разработки – это процесс создания различных сред для тестирования и развертывания

программного обеспечения на разных этапах его разработки. Эти окружения предоставляют изолированные и контролируемые условия для проверки функциональности, интеграции, производительности и других аспектов ПО перед его выпуском в промышленную среду.

В Agile разработке, в частности, в методологии CI/CD, определение окружений является важной частью процесса. Среди типичных окружений, которые Agile команды могут определить, можно выделить следующие:

- песочница (Sandbox Environment). Это среда для написания тестов и проведения экспериментов, позволяя разработчикам работать, не влияя на другие среды или реальных пользователей. Это окружение используется для отладки кода и выявления ошибок до того, как код будет смержен в develop или main ветку;
- DEV окружение (Development Environment). Это более структурированное и

стабильное окружение, в котором разрабатывается и интегрируется код от разных разработчиков. Это окружение обычно представляет собой рабочую ветку (например, «develop» в GitFlow), где разработчики объединяют свои изменения и проводят тестирование и интеграцию. Оно также может быть использовано для проведения Code Review и проверки стабильности перед тем, как код попадет в более стабильные окружения, такие как staging или production. Т.е. develop окружение должно быть построено на основе «зеленой сборки» или «зеленого конвейера». Это означает, что код, который интегрируется и развертывается в develop окружении, должен всегда проходить успешные тесты и другие проверки, чтобы убедиться в его стабильности и работоспособности;

- тестовое окружение (Testing Environment). Это окружение предназначено для тестирования ПО на более реалистичных данных и условиях, схожих с промышленной средой. Здесь проводятся функциональные, интеграционные, нагрузочные и другие виды тестирования;

- стейджинг окружение (Staging Environment). Это окружение представляет собой полную копию промышленной среды. Здесь проходит окончательное тестирование перед выпуском в промышленную среду. Также оно используется для демонстрации новых

функций заказчиком или заинтересованным сторонам;

- промышленная среда или продакшн окружение (Production Environment). Это окружение, в котором работает фактический продукт, доступный пользователям. Код и данные, находящиеся в промышленном окружении, требуют стабильности и надежности.

Каждое окружение необходимо изолировать друг от друга, обеспечивать постепенное и контролируемое движение программного обеспечения от этапа разработки до выпуска. В Agile методологии, команды стремятся автоматизировать процессы развертывания и тестирования, чтобы ускорить цикл разработки и обеспечить непрерывную готовность к поставке качественного ПО.

**Continuous Integration – непрерывная интеграция**

Основная задача Continuous Integration (CI) заключается в автоматизации и регулярной интеграции кода разработчиков в общую кодовую базу. Это практика, которая способствует более эффективному и безопасному процессу разработки программного обеспечения. Основной целью CI является поддержание стабильности и высокого качества кода, а также обеспечение непрерывной готовности продукта к развертыванию в промышленной среде за счет реализации системы процессов (рис. 6).

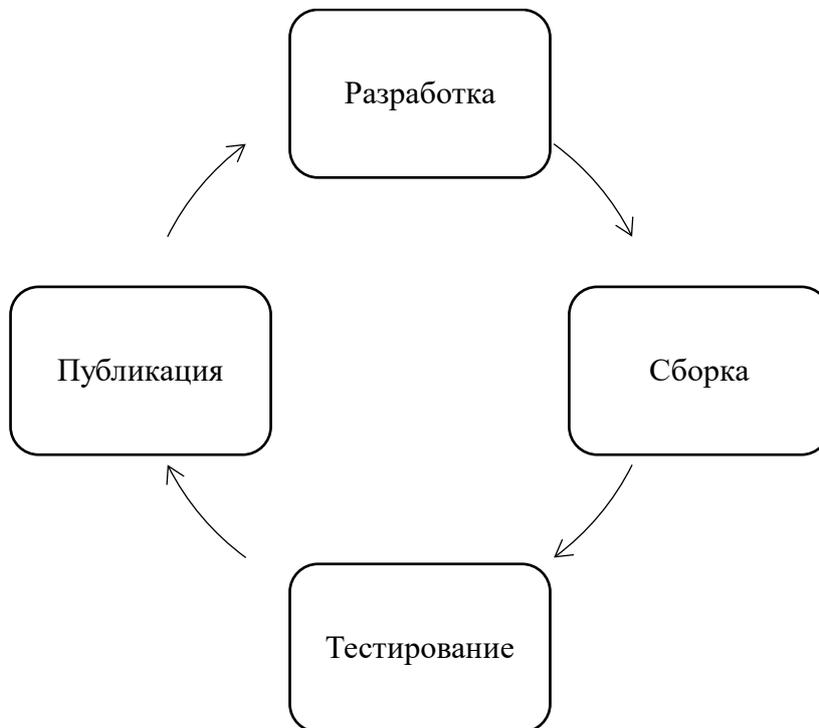


Рис. 6. Ключевые процессы при Continuous Integration

Обращаясь к рис. 6, выделим некоторые ключевые задачи Continuous Integration:

1. При каждом коммите кода в репозиторий автоматически запускается процесс сборки, который компилирует исходный код в исполняемый продукт. Это позволяет быстро обнаруживать ошибки, связанные с некорректной сборкой.

2. Continuous Integration включает в себя выполнение различных видов автоматизированных тестов, таких как unit-тесты, интеграционные тесты, функциональные тесты и другие. Цель этих тестов – обнаружить ошибки в коде на ранних этапах разработки, чтобы избежать их накопления и улучшить стабильность продукта.

3. Проверка Quality Gate – это концепция, которая используется для оценки качества кода перед его автоматическим развертыванием в промышленную среду. Это набор критериев и условий, в соответствии с которыми необходимо формировать код, чтобы обеспечить его готовность для развертывания.

4. Автоматически интегрирует изменения разных разработчиков в общую кодовую базу. Это позволяет быстро выявлять и разрешать конфликты, которые могут возникнуть из-за одновременных изменений в одном и том же участке кода.

5. Периодически объединяет код разработчиков вместе с основной кодовой базой. Это создает регулярные точки интеграции, на которых происходит проверка корректности и стабильности системы.

6. Обеспечивает быструю обратную связь разработчикам о статусе и качестве их изменений. Если тесты не проходят успешно, разработчики получают информацию о возникших проблемах и могут оперативно реагировать на них.

7. Помогает гарантировать, что код всегда находится в состоянии, пригодном для развертывания в промышленной среде. Это упрощает процесс непрерывной доставки и уменьшает риски, связанные с релизами.

8. Благодаря регулярной проверке кода и автоматическому обнаружению ошибок, CI помогает предотвращать накопление технического долга – неразрешенных проблем в коде, которые могут замедлить разработку в будущем.

9. Если сборка успешна, генерируется артефакт (например, исполняемый файл, контейнер, архив и т.д.), который представляет собой готовое приложение. Артефакт загружается в хранилище артефактов, такое как JFrog Artifactory, Nexus или Docker Hub. Это хранилище обеспечивает управление версиями артефактов и их доступность для различных сред и этапов.

Если команда собирает релизную версию продукта, то сборка выполняется, как правило, один раз для всех окружений. Это правильно поможет предотвратить проблемы, возникающие при многократной компиляции или упаковке программного обеспечения, в результате чего могут возникать небольшие несоответствия или ошибки. Отдельная сборка программного обеспечения на каждом новом этапе означает, что в предыдущем тестировании использовалось не то же самое программное обеспечение, что делает результаты недействительными. Полученную сборку с присвоенным номером версии выгружают в хранилище артефактов, откуда она будет извлекаться на следующих частях конвейера. Это гарантирует, что на разных участках системы будет использоваться одна и та же сборка.

Так, CI способствует улучшению сотрудничества в команде разработчиков, повышению качества ПО и ускорению процесса доставки продукта пользователям.

### **Continuous Deployment – непрерывное развертывание**

Основная задача Continuous Deployment (CD) – это автоматизированная и непрерывная поставка готового программного обеспечения в промышленную среду после успешного прохождения всех этапов Continuous Integration (CI) и проверок качества за счет реализации системы процессов (рис. 7).

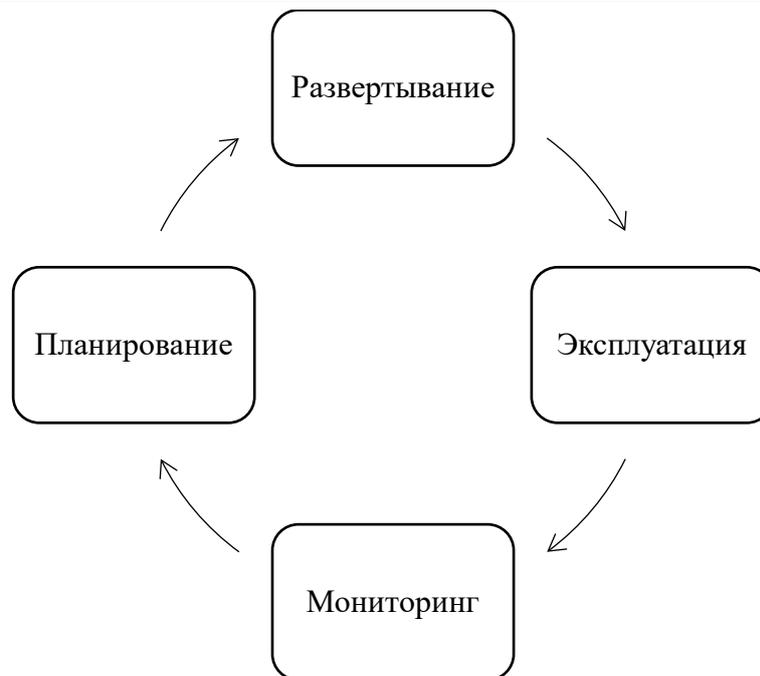


Рис. 7. Ключевые процессы при Continuous Deployment

Обращаясь к рис. 7, выделим некоторые ключевые задачи Continuous Deployment:

1. После успешного прохождения всех тестов и проверок на этапе CI, CD автоматически выполняет процесс развертывания программного обеспечения в промышленную среду без вмешательства разработчиков.

2. Continuous Deployment помогает поддерживать код в постоянно готовом состоянии для развертывания, что ускоряет релизы и позволяет оперативно реагировать на изменения требований и рыночных условий.

3. Позволяет создавать и настраивать необходимые окружения (тестовые, пре-промышленные, промышленные) автоматически, что упрощает тестирование и внедрение изменений в различные среды.

4. Автоматическое развертывание снижает риски человеческих ошибок при ручном развертывании ПО, так как весь процесс строго контролируется и автоматизируется.

5. Позволяет управлять конфигурациями и зависимостями приложения в различных средах, обеспечивая согласованность окружений.

6. Благодаря автоматическому развертыванию, любые проблемы или ошибки в процессе развертывания обнаруживаются немедленно, что позволяет быстро реагировать и вносить исправления.

7. Способствует частым релизам, что позволяет быстрее внедрять новые функции и улучшения, поддерживать

конкурентоспособность продукта и удовлетворять потребности пользователей.

8. Обеспечивает мониторинг работы продукта после развертывания, и в случае возникновения проблем позволяет автоматически вернуть изменения к предыдущей стабильной версии.

Так, основной целью CD является обеспечение быстрой и надежной доставки ПО пользователям с минимальными рисками и усилиями.

#### Написание конвейера или pipeline

Создание универсальных конвейеров для Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD) – это важная практика, которая позволяет упростить управление, поддержку и масштабирование процессов разработки и развертывания. Практический опыт автора позволяет выделить некоторые принципы и практики, которые позволяют создавать универсальные конвейеры:

1. Определение конвейеров в виде кода (Infrastructure as Code), что облегчает версионирование, совместную работу и повторное использование.

2. Параметризация конвейеров, чтобы они могли быть настроены для различных проектов, веток, окружений и других параметров. Это позволит использовать один и тот же конвейер с разными конфигурациями.

3. Разделение конвейера на логические этапы, такие как сборка, тестирование, развертывание и т. д. Каждый этап должен выполнять конкретные задачи и иметь четкую цель.

4. Выделение общих шагов и функций в отдельные модули (например reusable workflow в Github Actions) или библиотеки (например shared library в Jenkins), которые можно использовать повторно в разных конвейерах. Такой подход называется DRY (Don't Repeat Yourself), он сформулирован как один из принципов Agile-разработки и его принято считать ключевым аспектом эффективного проектирования ПО. Это помогает избежать дублирования кода и упрощает обновление и поддержку.

5. При наличии зависимостей в конвейере, таких как Docker образы или внешние библиотеки, целесообразно использовать систему управления зависимостями для их управления и версионирования.

6. Создание тестов для конвейеров, чтобы обеспечить их надежность и корректность.

7. Логирование и мониторинг конвейеров для отслеживания процесса выполнения и быстрой идентификации проблем.

8. Использование переменных сред для хранения конфиденциальных данных, таких как ключи API или пароли. Необходимо хранить такие переменные в безопасном месте и передавать их безопасным способом.

9. Поддержание документации для конвейеров, объясняя цели, шаги, настройки и параметры. Это помогает новым членам команды быстро интегрироваться в существующие процессы.

Следуя перечисленным принципам, команда разработчиков сможет создать гибкие, масштабируемые и легко поддерживаемые универсальные конвейеры для CI/CD, которые обеспечат эффективное управление процессами разработки и развертывания программного обеспечения.

### Реализация GitOps

GitOps – это методология управления инфраструктурой и приложениями с использованием системы контроля версий Git. Она позволяет автоматизировать процессы развертывания, обновления и масштабирования инфраструктуры и приложений, основываясь на принципах непрерывной интеграции/непрерывного развертывания (CI/CD) и декларативного описания состояния системы.

На наш взгляд, можно выделить следующие весомые преимущества GitOps:

1. Унификация и стандартизация. GitOps помогает создать единый и стандартизированный подход к управлению инфраструктурой и приложениями в разных средах.

2. Прозрачность. Системы GitOps обеспечивают прозрачность внесенных изменений и текущего состояния системы, что упрощает отслеживание и анализ.

3. Автоматизация. GitOps автоматизирует процессы развертывания и обновления, уменьшая человеческий фактор и риск человеческих ошибок.

4. Аудит и безопасность. так как все изменения отслеживаются в Git, это облегчает аудит и обеспечивает контроль над безопасностью системы.

5. Откат и восстановление. В случае сбоя или ошибок GitOps позволяет быстро вернуть систему к предыдущему стабильному состоянию.

6. Воспроизводимость. Декларативное описание позволяет легко воссоздать инфраструктуру и приложения в другой среде.

GitOps применяется в различных областях, включая управление Kubernetes кластерами, инфраструктурой в облаке, приложениями на разных платформах и т. д. Эта методология помогает ускорить и упростить процессы разработки и развертывания, делая их более предсказуемыми и надежными.

### Мониторинг и логирование

Построение эффективной системы мониторинга для приложения и инфраструктуры является ключевой составляющей успешной DevOps практики. Это позволяет быстро обнаруживать и реагировать на проблемы, улучшать производительность и обеспечивать стабильность системы. При создании мониторинга, на наш взгляд, необходимо придерживаться ряда принципов:

1. Определять, какие аспекты приложения и инфраструктуры наиболее интересны для команды и разработчика. Это может быть доступность, производительность, использование ресурсов, ошибки, логи и другие параметры.

2. Выбирать подходящие инструменты для мониторинга, такие как Prometheus, Grafana, Datadog, New Relic и другие. Оценивать их функциональность, интеграцию с технологиями и удобство использования.

3. Определять ключевые метрики для каждого аспекта. Например, для приложения это может быть скорость ответов, количество запросов, ошибки, а для инфраструктуры –

загрузка CPU, использование памяти, сетевой трафик и др.

4. Добавлять код и конфигурацию, необходимые для сбора метрик. Это может включать в себя внедрение кода для сбора пользовательских метрик, настройку агентов для сбора данных о системе и другие шаги.

5. Разворачивать выбранные инструменты в инфраструктуре и настраивать их для сбора и визуализации данных.

6. Настраивать уведомления, чтобы система могла автоматически оповещать разработчика о проблемах через разные каналы (электронная почта, Slack, SMS и т.д.).

7. Создавать графики и дашборды для визуализации собранных данных. Это поможет быстро оценить текущее состояние системы.

8. Не перегружать метриками, поскольку это может привести к информационному шуму. Необходимо учитывать важность сбора релевантных данных, сосредотачиваться на том, что действительно важно для понимания и поддержания работы системы.

9. Обеспечивать мониторинг логов приложения и инфраструктуры. Это позволит быстро выявлять проблемы и анализировать их причины.

10. Постоянно анализировать данные, обновлять метрики и алерты на основе новых данных и изменений в системе.

11. Разрабатывать автоматические скрипты или процессы реагирования на события мониторинга, такие как автоматический откат в случае сбоев или масштабирование ресурсов при росте нагрузки.

12. Периодически оценивать эффективность мониторинга, добавлять новые метрики и анализировать результаты, чтобы мониторинг соответствовал текущим потребностям.

Мониторинг – это постоянный процесс, который должен эффективно интегрироваться в DevOps практику разработчика. Мониторинг поддерживает надежность и стабильность работы приложения и инфраструктуры, а также обеспечивает своевременное выявление и решение проблем.

#### **Откат при обнаружении проблем**

Необходимо предусматривать автоматическую остановку развертывания, если мониторинг выявит серьезные проблемы. Это требует создания механизмов автоматического отката (rollback) в случае возникновения проблем

после развертывания. Это позволит быстро возвращаться к предыдущему работающему состоянию, если в новой версии приложения или инфраструктуры возникают непредвиденные проблемы. В числе значимых механизмов автоматического отката можно выделить:

1. Канареечные релизы (Canary Releases): вместо того чтобы развертывать новую версию приложения сразу на всех серверах или устройствах, она выпускается в ограниченной «канареечной» группе, которая представляет небольшую часть пользователей. Если в новой версии обнаружатся проблемы, разработчик может автоматически откатиться к предыдущей версии и расследовать проблему, не затрагивая всех пользователей

2. Двухстороннее развертывание (Blue-Green Deployment): при использовании модели blue-green развертывания у разработчика есть две отдельные среды: «голубая» (blue) и «зеленая» (green). Новая версия разворачивается в «зеленой» среде, а затем переключается трафик с текущей «голубой» среды на «зеленую». Если возникают проблемы, разработчик может вернуть трафик на «голубую» среду, осуществив автоматический откат.

3. Автоматический откат на предыдущую версию: В случае, если процесс развертывания или автоматические проверки выявляют проблемы, система может автоматически откатиться к предыдущей версии приложения или инфраструктуры.

4. Сохранение бэкапов: перед развертыванием новой версии необходимо создать бэкап текущего состояния. Если возникнут проблемы, система может восстановить предыдущее состояние из бэкапа.

5. Тестирование сценариев отката: перед развертыванием новой версии, система может провести тестирование сценариев отката, чтобы убедиться, что процедуры отката работают корректно.

6. Мониторинг и автоматическая реакция: Механизмы мониторинга могут автоматически определять аномалии и проблемы в новой версии после развертывания. Если проблема обнаружена, система может автоматически активировать механизм отката.

7. Управление состоянием: если конфигурация используется как код, доступно восстановление предыдущей версии конфигурации

из Git и пересоздание ресурсов с предыдущей настройкой.

8. Планирование отката: CI/CD конвейер может включать шаги для автоматического отката в случае сбоя. Это может включать в себя восстановление базы данных, восстановление образов контейнеров и т. д.

9. Логирование и аудит: логирование и аудит событий после развертывания позволяют быстро обнаруживать и анализировать проблемы, что помогает более эффективно проводить откаты при необходимости.

Механизм автоматического отката выбирается в зависимости от потребностей продукта, инфраструктуры и процессов разработки. Важно, чтобы механизмы отката были хорошо протестированы и настроены, чтобы обеспечить надежное и оперативное восстановление в случае проблем.

#### **Управление доступом**

Важным этапом становится контроль за доступ к системам CI/CD и целевым окружением, что позволяет предотвратить несанкционированные изменения. Для управления доступом рекомендуется:

1. Использовать однозначную идентификацию для всех участников-разработчиков команд.

2. Применять механизмы аутентификации, такие как пароли, множественные факторы аутентификации (MFA) и SSH-ключи, для обеспечения безопасности доступа.

3. Предоставлять пользователям только те разрешения, которые им необходимы для выполнения своих задач.

4. Группировать пользователей с общими потребностями, чтобы управлять доступом более эффективно.

5. Определять роли в соответствии с функциональностью и обязанностями пользователей.

6. Периодически просматривать и обновлять права доступа пользователей и групп.

7. Удалять или ограничивать доступ после выполнения поставленных задач.

Все перечисленные практики позволяют сократить риски несанкционированных изменений и служат эффективным способом управления доступом.

#### **Коллаборация и обратная связь**

Процесс CI/CD предполагает постоянное взаимодействие между командами, начиная с

интеграции кода и завершая развертыванием в окружениях. Коммуникация осуществляется через установленные каналы связи, такие как совещания, чаты и системы управления задачами. Поддержание открытой коммуникации способствует выявлению и решению проблем на ранних этапах разработки, что влияет на уменьшение времени отклика и повышение эффективности.

Регулярные обсуждения, ретроспективы и совместные совещания способствуют выявлению узких мест в процессе, а также возможностей для улучшения. Обратная связь от команд тестирования и эксплуатации может помочь в определении качества кода и его совместимости с окружением. Это позволяет создать совместное рабочее окружение, в котором каждая команда может внести вклад в достижение общих целей, улучшая качество и скорость разработки.

#### **Постоянное совершенствование**

Внедрение CI/CD – это постепенный процесс, который может потребовать настройки и оптимизации для конкретной ситуации. Ключевое значение имеет автоматизация, безопасность и обратная связь, которые помогут улучшить качество разработки и доставки программного обеспечения. Внедрение непрерывных улучшений в CI/CD процессы требует проведения детального анализа и учета раннего опыта.

#### **Заключение**

Таким образом, по итогам проведенного исследования была осуществлена разработка методологии построения непрерывной интеграции и непрерывного развертывания (CI/CD) для задач подготовки программного обеспечения (ускорения разработки и доставки ПО). Методика основана на сочетании ключевых практик и реализации принципов при построении CI/CD. Полученные результаты исследования имеют прикладное значение с точки зрения организации деятельности DevOps-инженера и служат эффективным инструментом оптимизации деятельности команд разработчиков программного обеспечения. Считаем, что предложенные практики являются достаточно инвариантными и универсальными. Это определяет перспективы их результативного применения в деятельности различных команд с различной спецификой и требованиями к разработке программных продуктов. Ограничения

результатов исследования связаны с частичным сохранением необходимости отслеживания влияния использования предложенных практик на эффективность процесса разработки программного обеспечения, что связано с наличием возможных специфичных задач, при которых предложенные практики демонстрируют относительно меньшую эффективность, нежели другие. Тем не менее обширная практика автора настоящего исследования, а также научно-исследовательский опыт других авторов демонстрируют высокую значимость раскрытой методики и её положительное влияние на скорость разработки и доставки программного обеспечения.

### Литература

1. Басыня Е.А. Программная реализация и исследование системы интеллектуально-адаптивного управления информационной инфраструктурой предприятия. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2020; 1(65):6-21.
2. Безпятый М.В. Автоматизация и оптимизация процессов разработки и развертывания в devops: применение современных методов и инструментов. Инновации и инвестиции. 2023; 7:458-464.
3. Кузьмина И.В., Фидельман В.Р. Разработка программного обеспечения сложных аппаратно-программных комплексов с использованием принципов непрерывной интеграции. Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2012; 2:44-49.
4. Невский А.А. Непрерывная интеграция и непрерывная доставка программного обеспечения. Интерактивная наука. 2023. №1 (77). С. 7-8.
5. Феоктистов А.Г., Горский С.А., Сидоров И.А., Костромин Р.О., Фереферов Е.С., Бычков И.В. Непрерывная интеграция функционального наполнения распределенных пакетов прикладных программ в Orlando Tools. Труды ИСП РАН. 2019; 2:83-96.
6. Черных А.Н., Бычков И.В., Феоктистов А.Г., Горский А.С., Сидоров И.А., Костромин Р.О., Еделев А.В., Зоркальцев В.И., Аветисян А.И. Смягчение неопределенности при разработке научных приложений в интегрированной среде. Труды ИСП РАН. 2021; 1:151-172.
7. Denisova M.V. Using continuous integration / continuous delivery in distance learning. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2021; 5-6:6-8.
8. Dileepkumar S.R., Mathew D. Optimize Continuous Integration and Continuous Deployment in Azure DevOps for a controlled Microsoft .NET environment using different techniques and practices. IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2021; 1085(1):012027. DOI:10.1088/1757-899X/1085/1/012027
9. Mahendra P.N., Muralikrishnan J., Sundarrajan K., Varadarajanna M. Continuous Integration, Delivery, and Deployment: A Revolutionary Approach in Software Development. International Journal of Research and Scientific Innovation. 2018; 5(7):185-190.
10. Sethi F. Automating software code deployment using continuous integration and continuous delivery pipeline for business intelligence solutions. International Journal of Innovation. 2020; 02(10):445-449.
11. Sinde S.P., Thakkalapally B., Ramidi M., Veeramalla S. Continuous Integration and Deployment Automation in AWS Cloud Infrastructure. DOI:10.22214/ijraset.2022.44106
12. Smith B., Castelle K.M., Slaught R., Bradley J.M. The GitOps Hypothesis: Exploration of Sustainment Benefits of Declarative GitOps Software Deployment Models for Navy Platforms. 2021; 1:1-17.
13. Shanin M., Babar M.A., Zhu L. Continuous Integration, Delivery and Deployment: A Systematic Review on Approaches, Tools, Challenges and Practices. IEEE Access. 2017; 1:1-32. DOI:10.1109/ACCESS.2017.2685629

**BEZPYATYY Maxim Viktorovich**  
independent researcher, Russia, Moscow

## **ON THE ISSUE OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR BUILDING CONTINUOUS INTEGRATION AND CONTINUOUS DEPLOYMENT (CI/CD) FOR SOFTWARE DEVELOPMENT TASKS**

**Abstract.** *The article is devoted to the development of a methodology for building continuous integration and continuous deployment (CI/CD) for the tasks of preparing software in order to accelerate the development and delivery of software. Theoretical foundations and specifics of building CI/CD are revealed. It is clarified that today the high value of solving the problems of finding an optimal and universal way (methodology) for building CI/CD remains high, following which developers with greater confidence could effectively prepare software on time, as well as make changes to the finished product. As a result, the author's methodology for building continuous integration and continuous deployment (CI/CD) is presented, which includes a set of rules and principles for organizing individual processes in CI/CD, their purpose and justification for implementation. According to the results of the study, it is noted that the proposed practices are quite invariant and universal. Special prospects are being formed for the effective application of the author's methodology for building CI/CD in the activities of various teams with different specifics and requirements for the development of software products, which will be reflected in further research.*

**Keywords:** *CI/CD, development optimization, code changes, DevOps, Continuous Integration, Continuous Deployment, development team.*

**ВАХНИНА Юлия Николаевна**

студент, Воронежский государственный педагогический университет,  
Россия, г. Воронеж

**АФОНИН Николай Николаевич**

преподаватель, Воронежский государственный педагогический университет,  
Россия, г. Воронеж

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

***Аннотация.** В статье рассматривается актуальное внедрение искусственного интеллекта в образовании. Приводятся примеры того в каком виде и для чего необходимо внедрять ИИ. Делаются выводы, как изменится жизнь людей после включения его в общество.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), образование, адаптивное обучение, персонализированное обучение, интервальное обучение.*

**И**скусственный интеллект на данном этапе развития общества занимает основную часть жизни ученых. Это обусловлено развитием технологий.

Что нам даст создание ИИ: быстрое решение глобальных проблем, возможно разработку оборудования на более высоком уровне, так как компьютер в какой-то степени просчитывает исход событий на 2–3 шага вперед; также развитие в данном направлении позволит расширить возможности людей с помощью искусственного интеллекта, но ни в коем случае не заменит деятельности человека, так как это не создание роботов, как многие думают. ИИ может помогать человеку, анализировать какие-то его данные, давать новые знания, то есть наоборот развивать умственные способности и мышление. Таким примером может служить Яндекс. Алиса.

Как же ИИ может помочь в образовании? Для начала необходимо разобраться, что же это такое с научной точки зрения.

С одной стороны, это наука создания интеллектуальных машин, особенно компьютерных машин. С другой – это свойство систем выполнять творческую работу, которая считается прерогативой человека. В образовании развитие в данном направлении имеет место быть и даст большой толчок [1, с. 107].

Например, ИИ в образовании:

### 1. Адаптивное обучение.

Это самое много перспективная и многообещающая возможность применения ИИ в образовании. Оно позволит отслеживать личных

прогресс учеников. Например, после пройденной темы, обучающийся пишет проверочную работу и искусственный интеллект ее анализирует. Если работа написана плохо, преподавателю приходит оповещение, что тема данным учеником не усвоена. Это сократит время проверки работ для учителя и анализа им данных класса. Все будет в электронном формате и проиллюстрировано.

### 2. Персонализированное обучение.

Позволяет создать индивидуальную программу обучения. Обучающемуся не нужно будет спешить за кем-то, стараться успеть за остальными. Программа выстроит методику и план обучения удобные для него.

### 3. Интервальное обучение.

Эта методика позволяет лучше усвоить пройденный материал. Польские инженеры создали программу, которая анализирует работу ребенка и когда он проходил ту или иную тему. После определенного времени система напоминает о давней, пройденной теме и предлагает ее повторить, это позволяет лучше усвоить пройденный материал, который отложится в долговременную память человека, через несколько подходов повторения.

### 4. Оценка преподавателя учениками.

В чем плюс ИИ в этом направлении. Часто в образовательных учреждениях сталкиваются с такими проблемами, как неприязнь учеников к какому-то преподавателю и сейчас проводят анкетирование, которое помогает узнать в чем же заключается нелюбовь учеников к данному преподавателю.

Раньше это проводилось в письменной форме, сейчас проводится с помощью цифровых ресурсов, но все же анализ ответов проводится людьми. Что даст применение ИИ в этом вопросе:

- проведение опроса в виде интервью, это позволит обучающемуся чувствовать себя более раскованно;
- беседу можно подстроить под характер учащегося и видоизменить;
- анализировать и заменять, либо убирать грубые ответы, которые оскорбляют личность преподавателя.

#### 5. Контроль экзаменационного процесса.

Дистанционное обучение сейчас входит в жизнь обучающихся стремительными темпами. Соответственно и проверка знаний проходит в этой форме. Преподавателям необходимо, чтобы их учащиеся знали предмет, а проверить это в форме онлайн очень сложно. Разработаны контролирующие системы на основе искусственного интеллекта, которые позволяют установить, сдает ли человек самостоятельно, и исключить обман.

Таким образом, можно сделать выводы, что внедрение ИИ в образование имеет огромное количество плюсов:

- преподаватель видит статистику понимания его предмета на основе проверенных контрольных работ искусственным интеллектом;
- экзамены проводятся так же, как и в обычном формате, где учитель может не переживать, что учащийся спишет ответ на вопрос;
- обучение можно выстроить так, как удобно ребенку в его ритме и т. д.

Когда у каждого учащегося появится свое персональное цифровое устройство, тогда уже можно будет говорить о внедрении цифровой школы в жизни учащихся. Только так можно будет получить цифровой образовательный след и технологический фундамент для построения индивидуальных образовательных траекторий с использованием искусственного интеллекта.

Что нашим школам удалось реализовать на данный момент? В Москве активно используется МЭШ – Московская Электронная Школа. Важно понимать, что это еще не ИИ, но уже первая попытка автоматизировать образовательный процесс.

С другой стороны, в нашей стране уже есть примеры использования ИИ в образовании. Например, российский стартап Parla, который

создал приложение для изучения английского языка. В основе приложения – программа, которая обучается вместе с учеником и адаптируется под его задачи и прогресс. Уже на этапе регистрации в приложении программа может анализировать данные из социальных сетей и предлагать индивидуальную программу обучения, основанную на интересах конкретного человека.

Также Century применяет базовые принципы нейрофизиологии для определения склонностей, уровня знаний и выносливости студентов, темпа и подходящего времени для обучения, скорости перемещения информации из кратковременной в долговременную память. Эта аналитика впоследствии включается в алгоритмы машинного обучения.

В ближайшем будущем сфера образования будет развиваться быстрыми темпами в двух руслах – адаптивном обучении и прокторинге.

Адаптивное обучение призвано решить проблему разной успеваемости учеников и студентов. Дело в том, что кто-то из учеников усваивает информацию лучше другого и быстрее, соответственно, чтобы его знания и темп не застопорились ИИ создает определенную учебную программу для этого ребенка, по которой он обучается в дальнейшем. Примером такой системы может стать платформа Third Space Learning, которая сейчас находится на стадии разработки.

Прокторинг представляет контроль учеников и студентов во время прохождения контрольных и экзаменационных тестов. В прошлом за обучающимся следили веб-камеры, но на данном этапе человеческого развития их заменил ИИ. Он анализирует, сколько раз человек отвел взгляд от экрана компьютера, сменялась ли на компьютере вкладка, положение рук, чтобы обучающийся не списывал, наблюдает за тем, был ли шум в помещении. В результате всех данных, если хоть одно нарушение правил было произведено ИИ подает сигнал человеку-проктору.

Но может ли машина заменить обычного преподавателя? Роза Лукин, профессор University College London, отрицает это. По ее словам, стоит найти компромисс. Ведь цель не в том, чтобы заменить учителей машинами, а улучшить процесс образования. Здесь уж точно не обойтись без преподавателя-человека.

Людям необходимо понять, что внедрение ИИ в их жизнь никак ее не ухудшит, а только улучшит. И роботы не захватят этот мир, как

привыкло думать наше общество. Человеческая деятельность никогда не отойдет на второй план, особенно такая профессия, как преподаватель. Детям необходимо общение с живыми людьми, а не машинами. А вот искусственный интеллект может, наоборот, помочь учителю облегчить его работу и еще сильнее ее полюбить.

В ближайшие пять лет в России будет развиваться национальный проект «Образование», глобальная цель которого – создание единой образовательной платформы, которая даст возможность каждому учащемуся получать качественное образование. С учетом индивидуальности каждого ребенка и построения программы под его особенности и предпочтения.

По словам основателя онлайн-школы «Фоксфорд» Алексея Половинкина, внедрение ИИ в школах будет возможно тогда, когда у каждого ребенка будет свой компьютер, точнее сказать, возможность работы в школе за компьютерами. Следовательно, школы должны следить за развитием цифровой жизни и давать возможность детям для реализации своих интеллектуальных цифровых талантов, с помощью закупки компьютеров в образовательные организации.

Несомненно, ИИ принесет новые технологии генерации передачи и усвоения знаний, которые придадут новые импульсы развитию науки и экономики. Одновременно возникают риски как появления неких «сверхлюдей», которые удачно интегрируются в сферу ИИ, так и

заведомых аутсайдеров, которым «не светят» никакие социальные лифты. Особенно, если эта оценка будет публичной. А это грозит классово нестабильным делением общества на «интеллектуалов и творцов», на средне-умных середнячков и на социальных неудачников. Впрочем, подобное деление в обществе было всегда, но ИИ это может провести в угрожающе резких границах [2, с. 57].

Необходимость в преподавателях перестанет быть, в итоге последние сами же смогут развиваться и получать знания уже в других сферах образования, так же при помощи ИИ.

Опасность заключается не в развитом искусственном интеллекте, а в недоразвитом. Ученые доверяют самые важные функции не самым умным программам, есть гораздо более злободневные проблемы, чем те, что показаны в терминаторе и других подобных фильмах, и их нужно решать сообща.

Основная задача заключается в том, чтобы объяснить людям какие есть возможности использования техники, а дальше нужно подумать, как адаптировать нашу жизнь, законы нашего общества к изменениям, которые она принесёт.

#### Литература

1. Осипов Г.С., Лекции по искусственному интеллекту. М.: Либроком, 2014. 272 с.
2. Тарасов В.Б., Новости искусственного интеллекта // Российская ассоциация искусственного интеллекта. М., 2014. 132 с.

**VAKHNINA Yulia Nikolaevna**

Student, Voronezh State Pedagogical University, Russia, Voronezh

**AFONIN Nikolay Nikolaevich**

Teacher, Voronezh State Pedagogical University, Russia, Voronezh

## APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

**Abstract.** *The article discusses the current implementation of artificial intelligence in education. Examples of how and why it is necessary to implement AI are given. Conclusions are drawn on how people's lives will change after its inclusion in society.*

**Keywords:** *artificial intelligence (AI), education, adaptive learning, personalized learning, interval learning.*



10.5281/zenodo.10647218

**НИКУЛИН Юрий Сергеевич**  
руководитель поисковой оптимизации,  
Департамент информационных технологий и портала Мэра  
и Правительства Москвы mos.ru, Россия, г. Москва

## ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО ФОРМАТА STORIES ДЛЯ МЕДИА САЙТОВ

**Аннотация.** В данной статье представлен углубленный анализ формата "Stories" как средства доставки контента для веб-сайтов СМИ. Появившись после первоначального внедрения на платформах социальных сетей, "Stories" продемонстрировали существенное влияние на вовлеченность пользователей, ознаменовав собой кардинальный сдвиг в цифровом ландшафте. Однако весь его потенциал на веб-сайтах средств массовой информации остается относительно неисследованным. Данное исследование устраняет этот пробел, уделяя особое внимание реализациям "Веб-историй" и "AMP-историй".

Описана концепция "Stories", подробно описав ее роль в современных медиа-платформах. Проводится тщательный обзор соответствующей литературы по данной теме, включая исследования, посвященные вовлеченности пользователей, стилям повествования и техническим аспектам, таким как технология AMP. Исследование также включает сравнительный анализ успешных примеров использования "Stories", в частности *The Washington Post*, и содержит информацию из личных исследований автора на сайтах российских СМИ.

Благодаря использованию количественных методологий исследование выявило более низкий уровень заполнения "Stories" в России по сравнению со средними показателями по миру, а также интересную закономерность в готовности пользователей переходить к последующим "Stories". Анализ приводит к практическим рекомендациям по оптимизации формата "Stories" для повышения вовлеченности пользователей.

Это исследование служит основой для будущих исследований, подчеркивая важность "Stories" в меняющемся ландшафте публикации в цифровых МЕДИА и возможности, которые оно открывает для улучшения удержания аудитории и контент-стратегии.

**Ключевые слова:** формат "Stories", медиа-сайты, вовлечение пользователей, контент-стратегия, публикация в цифровых МЕДИА, веб-истории, amp-истории, удержание аудитории, пользовательский опыт, сравнительный анализ.

### Введение

В быстро меняющемся мире цифровых МЕДИА поиск инновационных способов представления привлекательного контента и сохранения интереса аудитории является постоянной задачей. Развитие мобильных технологий, в частности, привело к радикальному изменению моделей потребления контента, требуя от

издателей средств массовой информации постоянной адаптации, чтобы идти в ногу со временем (рис. 1) [1]. Цель данной статьи – исследовать растущий аспект этой цифровой революции, сосредоточив внимание на концепции "Stories" и их роли в современных медиа-платформах.

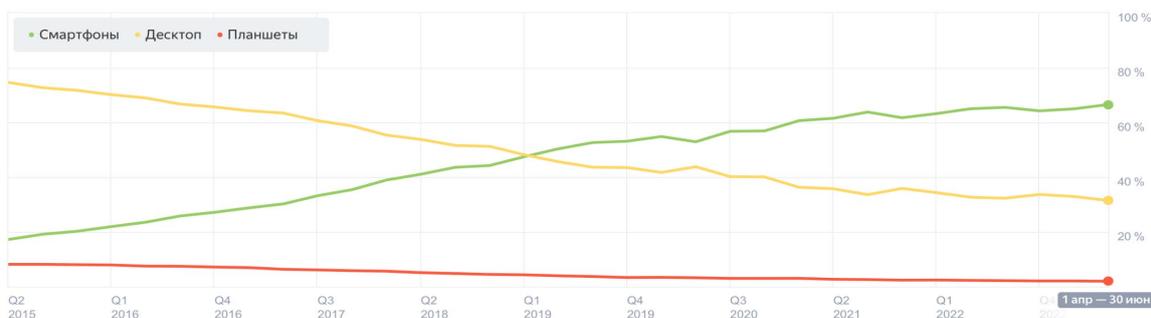


Рис. 1. Доля визитов по данным Яндекс.Метрики [1]

"Stories", формат контента, первоначально популяризированный Snapchat, а позже принятый Instagram, Facebook и множеством других платформ, изменил правила игры в мире цифровых медиа. Это краткие, визуально ориентированные рассказы, обычно представленные в виде последовательности изображений или видеороликов, которые должны исчезнуть через 24 часа. Эфемерный характер историй в сочетании с их высокой интерактивностью и эффектом погружения сделали их чрезвычайно популярными среди потребителей, особенно среди молодежи.

В нынешней экосистеме цифровых медиа истории отводятся особая роль. Они предлагают уникальное сочетание доступности, краткости и интерактивности, что хорошо согласуется со склонностью современных потребителей к легкому и привлекательному контенту. Способствуя установлению личной, аутентичной связи с аудиторией, Stories меняют то, как издатели средств массовой информации создают и распространяют свой контент.

Несмотря на их широкое распространение на социальных платформах, внедрение историй на веб-сайтах средств массовой информации – концепция, называемая "Web Stories", – все еще остается относительно неизведанной территорией. Потенциальные преимущества этого формата, такие как повышенная вовлеченность пользователей и потенциальный доход от рекламы, говорят о том, что он заслуживает более тщательного изучения.

Цель этого исследования состоит из трех частей: во-первых, понять влияние формата историй на вовлеченность пользователей в контексте веб-сайтов СМИ; во-вторых, исследовать, как истории могут способствовать более глубокому погружению в интерактивный пользовательский опыт по сравнению с традиционными статьями или видеороликами с

прокруткой; и в-третьих, дать представление о лучших методах разработки и внедрения историй с целью максимального вовлечения аудитории. Ожидается, что результаты этого исследования помогут издателям СМИ лучше понять формат Stories и помогут им в полной мере использовать его потенциал.

### Обзор литературы

В этом разделе подробно рассматриваются основные концепции, связанные с рассматриваемым исследованием, включая "Web Stories" и "AMP Stories", с акцентом на их теоретические основы, историческое развитие и практическое применение в среде цифровых медиа.

#### Web Stories

Web Stories – это формат контента, ориентированный на мобильные устройства, вдохновленный концепцией "Stories", обеспечивающий удобный для пользователя и захватывающий контент в мобильном Интернете. Этот формат позволяет предоставлять контент, основанный на повествовании, в виде серии небольших сегментов, которые можно нажимать, что делает их доступными для быстро меняющегося цифрового пользователя. Web Stories соответствуют подходу, ориентированному в первую очередь на мобильные устройства, принятому сегодня значительной частью медиаиндустрии, стремящейся захватить постоянно сокращающийся объем внимания аудитории.

В отличие от историй в социальных сетях, которые исчезают через 24 часа, веб-истории обычно имеют более длительный срок службы, что делает их более устойчивым форматом контента. Ими можно легко делиться и внедрять на веб-сайтах и в приложениях, обеспечивая широкий охват распространения. Кроме того, будучи частью открытой сети, они доступны для поиска с помощью поисковых систем, что еще больше повышает их видимость и доступность.

### *AMP Stories*

AMP (Ускоренные мобильные страницы) Stories – это технология, разработанная Google для повышения производительности мобильного веб-контента. Он использует возможности AMP для создания визуально насыщенных интерактивных историй, которые быстро загружаются и плавно воспроизводятся на мобильных устройствах. AMP Stories – это множество веб-историй, предназначенных для обеспечения более привлекательного полноэкрannого просмотра на мобильных устройствах.

Ключевой характеристикой AMP Stories является их скорость и отзывчивость, которые достигаются за счет предварительной загрузки контента в фоновом режиме, тем самым сокращая время загрузки страницы. Это свойство делает их особенно подходящими для предоставления высококачественного визуального контента, такого как изображения, видео и анимация.

Кроме того, AMP Stories предлагает широкий спектр гибкости дизайна, включая пользовательскую анимацию, настраиваемые взаимодействия и различную длину страницы. Эти функции позволяют издателям создавать индивидуальные брендированные истории, которые повышают вовлеченность аудитории и, в свою очередь, способствуют их стратегии цифрового роста.

Таким образом Web Stories, так и AMP Stories являются значительным достижением в области цифровых медиа, предлагая новые интерактивные способы доставки контента, которые отвечают привычкам современных потребителей к быстрому потреблению контента с мобильных устройств. Таким образом, эти концепции заслуживают более пристального изучения, поскольку потенциально они могут изменить стратегии медиаиздателей и вывести цифровое взаимодействие на новые высоты.

### **Обсуждение предыдущих исследований, связанных с форматом "Stories"**

По мере того, как мы углубляемся в тему формата "Stories", крайне важно критически проанализировать существующий объем исследований, тем самым выявив сильные стороны, пробелы и потенциальные траектории для будущих исследований.

Значительная часть исследований, связанных с форматом "Stories", была сосредоточена

на его зарождении и быстром распространении в социальных сетях. "Stories как поток контента" (Hochman & Manovich, 2018) [4] исследует трансформацию стилей повествования в социальных сетях, объясняя успех формата "Stories" его преходящей природой и визуально ориентированным контентом. Исследование пришло к выводу, что эфемерный характер формата, привлекательные визуальные эффекты и простота в создании контента удовлетворяют растущую склонность пользователей к немедленному, аутентичному потреблению контента в небольших количествах.

В исследовании также рассматривалось влияние формата "Stories" на вовлечение пользователей и маркетинг бренда. "Влияние историй на вовлеченность пользователей в Интернете: эмпирическое исследование" (Бахши и др., 2020) [5] показало, что истории значительно улучшают вовлеченность пользователей, предлагая более захватывающий и интерактивный пользовательский интерфейс по сравнению с традиционными интерфейсами прокрутки. Этот вывод подчеркивает потенциал формата "Stories" как эффективного инструмента для издателей СМИ по удержанию и вовлечению аудитории.

Другое актуальное направление исследований было сосредоточено на технических аспектах формата "Stories", в частности, на его внедрении и оптимизации для мобильного Интернета. В исследовании "Ускоренные мобильные страницы и влияние на пользовательский опыт" (Jansen & Soh, 2021) [6] исследуется эффективность AMP в повышении скорости, производительности и пользовательского опыта мобильного веб-контента, в частности AMP Stories. Исследование установило положительную корреляцию между внедрением AMP и улучшением пользовательского опыта, подчеркнув потенциал таких технологий, как AMP, для повышения эффективности формата "Stories" в мобильном Интернете.

Хотя существующее исследование дает ценную информацию о дизайне, функциональности и влиянии формата "Stories" на вовлеченность пользователей, сохраняется пробел в понимании его более широких последствий для издателей СМИ. Данное исследование направлено на преодоление этого разрыва путем изучения того, как медиа-издатели могут использовать формат "Stories", в частности "Web

Stories" и "AMP Stories", для повышения своей вовлеченности в мобильные приложения и оптимизации своей контент-стратегии. При этом он расширяет существующий объем знаний и представляет практические последствия для меняющегося ландшафта публикации в цифровых медиа.

### Методология

Надежная методологическая разработка играет ключевую роль в получении ценной информации и обеспечении достоверности результатов исследования. В нашем исследовании формата "Stories" был применен многосторонний подход, сочетающий количественные и качественные методы для триангуляции и углубления нашего понимания [3].

### Сбор данных

Для получения количественных данных были использованы данные онлайн-опроса из 2062 респондентов. Участниками были онлайн-потребители в возрасте от 18 до 65 лет, которые получали доступ к контенту издательства не реже одной недели с помощью мобильного устройства. Онлайн-опрос способствовал широкому географическому охвату, минимизировал предвзятость и обеспечивал анонимность, что поощряло честные ответы.

Опрос состоял из набора закрытых и масштабированных вопросов, в которых оценивалась частота использования респондентами формата "Stories", их восприятие и предпочтения по сравнению с традиционными статьями с прокруткой, а также их заинтересованность в потреблении различных категорий контента в этом формате.

В дополнение к опросу было проведено 22 удаленных немодерируемых пользовательских теста для сбора качественных данных. Пользовательское тестирование обеспечило детальное понимание взаимодействия пользователей с форматом "Stories", которое не удалось полностью отразить в ходе опроса. Пользовательские тесты включали в себя ознакомление

участников с различными примерами историй, при этом их действия и устные отзывы записывались для последующего анализа.

### Анализ данных

Данные опроса были статистически проанализированы с использованием описательной и выводной статистики. Описательная статистика предоставляла краткое изложение данных, таких как процент пользователей, предпочитающих формат "Stories", в то время как логическая статистика позволяла нам делать более широкие обобщения и выявлять любые существенные взаимосвязи или различия в наших данных.

Качественные данные пользовательских тестов были проанализированы с помощью тематического анализа. Видео- и аудиозаписи были расшифрованы и закодированы для выявления общих закономерностей или тем, касающихся пользовательского опыта, удобства использования и вовлеченности в формат "Stories". Этот детальный анализ помог понять не только то, что делают пользователи, но и почему они это делают, выявив лежащие в основе мотивации, барьеры и предпочтения, касающиеся формата "Stories".

Сочетание количественных и качественных методов позволило получить всестороннее представление о потенциале формата "Stories" для издателей СМИ. Такой подход также обогатил наше понимание, позволив количественным данным обеспечить широкий обзор, а качественным данным добавить глубины и контекста к этим выводам.

### Результаты исследования: Анализ преимуществ использования историй для медиа-сайтов

Результаты исследования указывают на значительный интерес и вовлеченность в формат "Stories" среди пользователей веб-сайтов СМИ. Эти результаты подчеркивают несколько ключевых преимуществ, которые внедрение этого формата дает издателям СМИ (рис. 2, 3) [3].

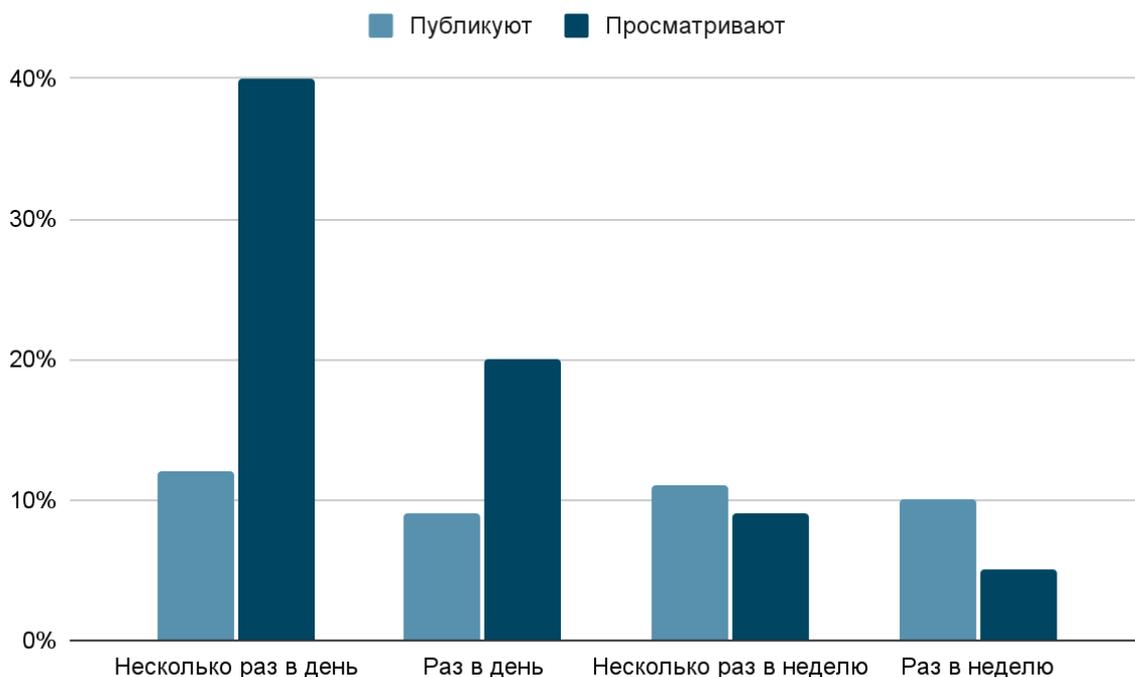


Рис. 2. Как часто люди публикуют/просматривают контент в формате "Stories" [3]



Рис. 3. Процент людей просматриваемый контент в формате "Stories" [3]

**Повышение вовлеченности потребителей**

Одним из наиболее заметных результатов является более высокий уровень вовлеченности пользователей в "Stories" с возможностью прокрутки по сравнению с традиционными статьями с прокруткой. 64% респондентов отдали предпочтение "Stories" по сравнению с аналогичными статьями с прокруткой, что

отражает более интерактивный и захватывающий характер формата. Формат "Stories", который позволяет пользователям просматривать контент в своем собственном темпе, предоставляет пользователям больший контроль над процессом потребления контента, тем самым повышая вовлеченность.

*Потенциал для получения дохода*

Важнейшее преимущество "Stories" заключается в их потенциале для получения дохода. Результаты исследования показывают, что "Stories" в мобильном Интернете не только имеют более длительный срок хранения, чем "Stories" в социальных сетях, но и предоставляют издателям возможность монетизировать высокий спрос на этот формат контента с помощью рекламы. Поскольку доля мобильных устройств в расходах на рекламу, по прогнозам, значительно возрастет, "Stories" предоставляют издателям ценную возможность увеличить свои доходы от рекламы.

#### *Удобная навигация и универсальность*

Простота навигации стала еще одной сильной стороной формата "Stories". 84% участников пользовательских тестов сочли, что в формате "Stories" легко ориентироваться. Более того, универсальность формата проявилась в высоком интересе (>75%), проявленном респондентами к использованию этого формата в своих категориях контента, пользующегося наибольшим спросом. Это указывает на то, что "Stories" хорошо подходят для различных типов контента, расширяя потенциальные возможности использования для издателей.

#### *Использование привычек потребления в социальных сетях*

Наконец, внедрение "Stories" позволяет издателям использовать устоявшиеся привычки потребления в социальных сетях. Исследование показало, что 60% еженедельных пользователей мобильного контента ежедневно просматривают "Stories" на платформах социальных сетей. Внедряя "Stories" на своих собственных платформах, издатели могут извлечь выгоду из этой тенденции и потенциально увеличить трафик и удержание пользователей.

Подводя итог, исследование показывает, что формат "Stories", с его привлекательной и универсальной природой, обладает значительным потенциалом для веб-сайтов СМИ, предлагая возможности для повышения вовлеченности пользователей, диверсификации представления контента и увеличения доходов.

#### **Тематическое исследование: Успех Washington Post с использованием формата "Stories"**

В цифровом мире традиционные средства массовой информации сталкиваются с проблемой адаптации своего контента для привлечения современной аудитории. Исключительный пример успешной адаптации можно найти в

том, как The Washington Post внедрила формат "Stories" [2].

The Washington Post, одна из самых влиятельных газет в мире, успешно использовала формат "Stories" для повышения вовлеченности читателей и видимости контента. Их путешествие дает ценную информацию о потенциале "Stories" как инструмента цифровой трансформации медиа.

#### *Принятие формата "Stories"*

Появление "Stories" в Washington Post стало стратегическим шагом в направлении более интерактивного и привлекательного контента. Эта инициатива совпала с продолжающимся изменением предпочтений потребителей в пользу лаконичного, захватывающего и визуально ориентированного контента, который можно использовать на ходу.

#### *Повышенное взаимодействие с пользователями*

После введения "Stories" The Washington Post отметила существенное увеличение показателей вовлеченности пользователей. Интерактивный характер "Stories", который позволяет читателям просматривать серию фрагментов контента в своем собственном темпе, обеспечил более управляемый пользователем и захватывающий процесс чтения. Этот опыт привел к увеличению времени ожидания, увеличению доли общего доступа к контенту и увеличению числа возвращающихся пользователей.

#### *Получение дохода*

В дополнение к повышению вовлеченности пользователей формат "Stories" открыл новые возможности для получения дохода. Интегрируя нативную рекламу в "Stories", The Washington Post могла бы обеспечить плавный и ненавязчивый рекламный процесс, что привело бы к повышению числа переходов по ссылкам и, в конечном счете, к увеличению доходов от рекламы.

#### *Увеличенный охват*

"Stories" также способствовали расширению охвата Washington Post. Компактный, визуально насыщенный формат привлек внимание более широкой аудитории, особенно молодых пользователей, которые составляют значительную долю ежедневных пользователей "Stories" на платформах социальных сетей.

В заключение следует отметить, что успешное использование Washington Post формата "Stories" подчеркивает потенциал этого формата для преобразования медиа-ландшафта.

Предоставляя контент в формате, соответствующем текущим тенденциям потребления, средства массовой информации могут повысить вовлеченность пользователей, получить дополнительный доход и охватить более широкую аудиторию. Успех The Washington Post является убедительным аргументом в пользу принятия формата "Stories" другими средствами массовой информации.

### **Обсуждение исследования на российских сайтах**

Этот раздел посвящен исследованию, которое было специально посвящено внедрению и успеху формата "Stories" на сайтах российских СМИ. Основная цель этого исследования состояла в том, чтобы изучить, как формат "Stories" был воспринят и адаптирован в уникальном контексте российских цифровых МЕДИА, и понять его влияние на вовлеченность потребителей и потребление контента.

#### *Внедрение формата "Stories" в России*

Первый аспект исследования был посвящен выявлению российских веб-сайтов, которые включили формат "Stories" в свою контент-стратегию. Было обнаружено, что различные средства массовой информации, от новостных сайтов до блогов о стиле жизни, начали экспериментировать с "Stories" как средством доставки контента. Это принятие указывает на то, что тенденция использования "Stories" выходит за географические границы и уместна даже в российском цифровом медиа-пространстве.

#### *Вовлеченность пользователей и их предпочтения*

Исследование включало опрос постоянных пользователей этих российских веб-сайтов, чтобы понять их предпочтения и уровень вовлеченности в формат "Stories". Опрос показал положительный отклик, причем значительная часть пользователей сообщила, что "Stories" обеспечивают более захватывающий пользовательский опыт. Многие пользователи отметили, что им понравилась лаконичная, визуальная природа "Stories", а интерактивный формат сделал контент более запоминающимся и удобным для восприятия.

#### *Контент-стратегия и монетизация*

В исследовании также рассматривалось, как российские веб-сайты используют "Stories" для контент-стратегии и монетизации. Было обнаружено, что, подобно мировым тенденциям, российские веб-сайты используют "Stories" для коротких, визуально насыщенных фрагментов контента, обновлений и тизеров. Что касается

монетизации, то нативная реклама и спонсируемые "Stories" были обычным явлением, указывая на то, что "Stories" – это не просто инструмент привлечения пользователей, но и жизнеспособный источник дохода.

#### *Проблемы и перспективы на будущее*

Исследование также пролило свет на некоторые проблемы, с которыми сталкиваются российские веб-сайты при внедрении "Stories", включая технические проблемы и необходимость адаптации создателей контента к новому формату контента. Однако растущая популярность формата "Stories" среди российских пользователей и его потенциал для получения дохода говорят о том, что в этот тренд стоит инвестировать.

В заключение исследование показывает, что формат "Stories" обладает значительным потенциалом для российских медиа-сайтов. Несмотря на некоторые проблемы, при надлежащем внедрении и стратегическом использовании "Stories" могут служить эффективным инструментом для повышения вовлеченности пользователей и расширения возможностей получения дохода.

### **Оценка эффективности формата "Stories" на основе представленных данных**

Формат "Stories", характеризующийся коротким, увлекательным и очень наглядным контентом, быстро распространился на различных цифровых медиа-платформах по всему миру. В этом разделе предпринята попытка проанализировать и интерпретировать эффективность формата "Stories" на основе представленных данных, включая данные, полученные из глобальных тенденций, примера The Washington Post и исследования на сайтах российских СМИ.

Полученные данные свидетельствуют о том, что формат "Stories" значительно повышает вовлеченность пользователей. Исследование Forrester показало, что 64% потребителей предпочитают формат "Stories" традиционным статьям с прокруткой, в то время как более 75% проявили интерес к использованию этого формата в своих категориях наиболее читаемого контента. Аналогичным образом, исследование на российских веб-сайтах выявило положительную реакцию пользователей на "Stories", что подчеркивает их универсальную привлекательность.

Формат "Stories" обеспечивает захватывающий и интерактивный пользовательский интерфейс, что делает контент более

привлекательным и простым в использовании. Данные также подчеркнули успех формата "Stories" в продвижении свежего и привлекательного контента, в отличие от менталитета мобильной доставки контента, распространенного среди многих брендов.

*Возможности монетизации*

Формат "Stories" – это не только инструмент вовлечения, но и открывает широкие возможности для монетизации. Успешное внедрение Washington Post продемонстрировало, как этот формат может повысить видимость рекламы и время, проведенное потребителем на странице. Российские веб-сайты следовали аналогичным тенденциям, используя "Stories" для нативной рекламы и спонсируемого контента.

Несмотря на то, что формат "Stories" показал большие перспективы, он также сопряжен с определенными трудностями, такими как технические проблемы, необходимость в новых стратегиях создания контента и адаптивность пользователей. Тем не менее, данные свидетельствуют о том, что эти проблемы преодолимы. Например, исследование Forrester показало, что 84% пользователей сочли формат "Stories" простым для навигации, что указывает на относительно короткий период обучения.

В свете данных, проанализированных и интерпретированных в этом разделе, можно

сделать вывод, что формат "Stories" является высокоэффективным инструментом для цифровых медиа-платформ. Это повышает вовлеченность пользователей, открывает новые возможности для монетизации и, несмотря на некоторые проблемы, дает веские основания для того, чтобы стать неотъемлемой частью контент-стратегии для цифровых медиа-платформ в будущем.

**Сравнительный анализ: Результаты по отношению к международным показателям**

В этом разделе проводится сравнение между результатами, полученными в результате исследования формата "Stories" на различных веб-сайтах в российском киберпространстве, и глобальными показателями.

*Вовлечение пользователей и потребление контента*

Результаты демонстрируют несоответствие в масштабах потребления "Stories" между российским и глобальным контекстом. Согласно международной статистике, контент "Stories" потребляется на 87% чаще, что свидетельствует о высокой степени вовлеченности пользователей. В отличие от этого, результаты исследования российских веб-сайтов показывают значительно более низкий уровень потребления "Stories" – 38% (рис. 4).

Долистывания – Stories

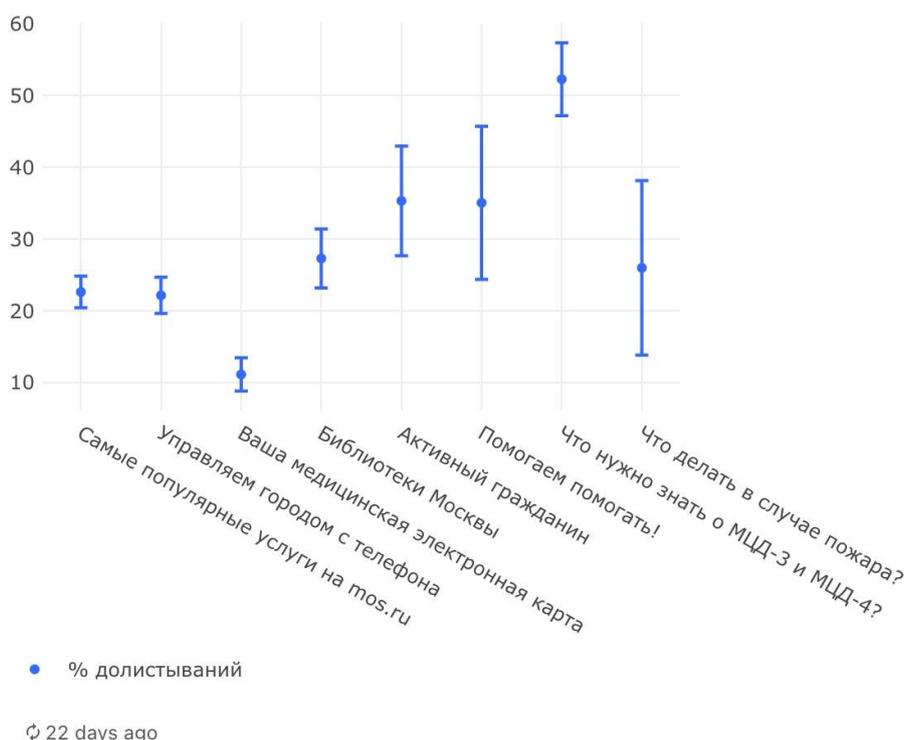


Рис. 4. Процент долистывания

Кроме того, в исследовании оценивалось взаимодействие пользователей с контентом "Stories", особенно с точки зрения переходов по встроенным ссылкам внутри историй. Здесь

русский контекст продемонстрировал многообещающий уровень взаимодействия с пользователями: примерно 17% пользователей переходили по ссылкам в "Stories" (рис. 5).

Переходы по ссылкам – Stories

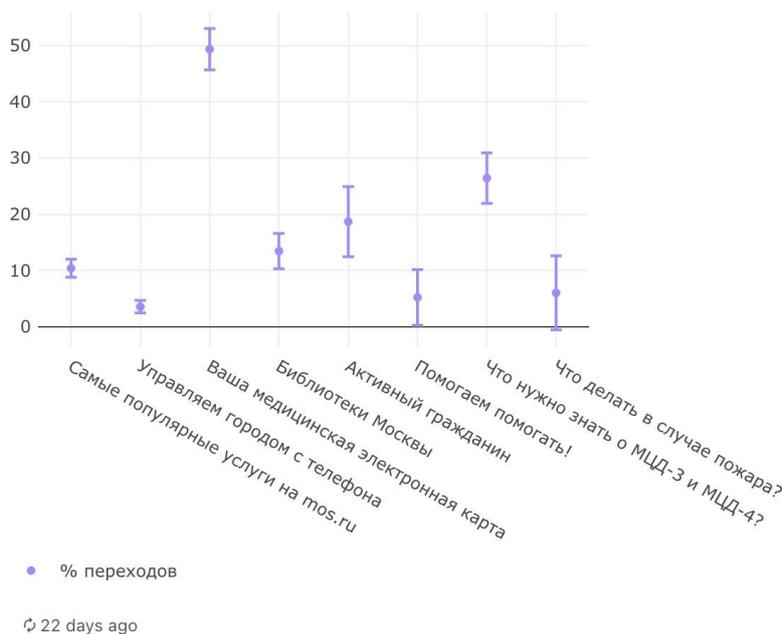


Рис. 5. Процент перехода по ссылкам

Исследование также выявило интересные закономерности, касающиеся поведения пользователей по ходу повествования. Пользователи, которые взаимодействовали с определенной "Stories", проявили склонность переходить к следующей с вероятностью 20% (рис. 6). Это

говорит о том, что как только пользователи начинают взаимодействовать с форматом "Stories", они склонны продолжать использовать тот же стиль контента, намекая на захватывающий характер формата.

Переход на следующую историю – Stories

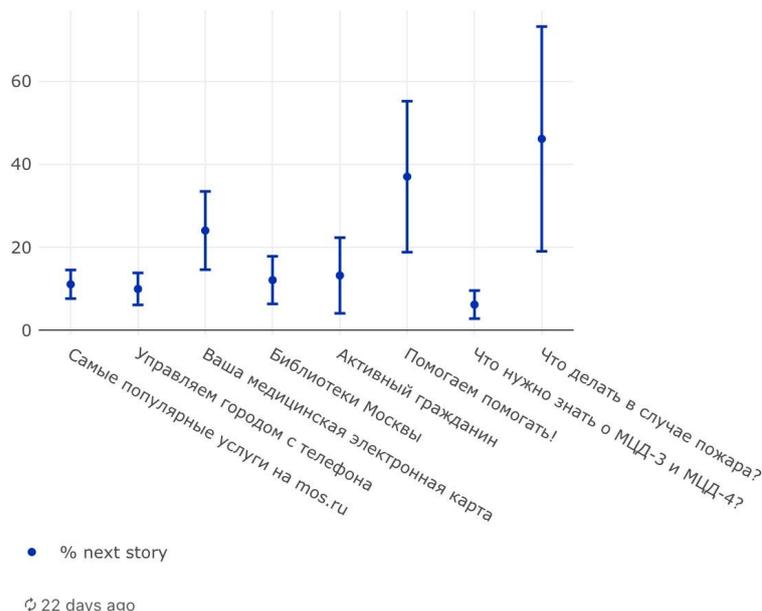


Рис. 6. Процент перехода на следующую историю

Сравнительный анализ выявляет расхождение между результатами, полученными в российском контексте, и международными нормами. В то время как уровни вовлеченности пользователей в формате "Stories" в российском контексте отстают от мировых стандартов, существует заметное взаимодействие пользователей с точки зрения переходов по ссылкам и непрерывности использования историй. Эти результаты свидетельствуют о том, что, хотя формат "Stories" все еще набирает популярность в российском цифровом пространстве, он обладает значительным потенциалом для повышения вовлеченности пользователей и улучшения потребления контента в соответствии с мировыми тенденциями. Эти выводы еще раз подчеркивают необходимость стратегического подхода для более эффективного использования формата "Stories" в российском цифровом медиа-пространстве.

### Заключение

Наше исследование выявило несколько важнейших аспектов формата "Stories" в цифровом медиапространстве. Анализ выявил явное несоответствие между глобальным и российским контекстом: уровень потребления "Stories" в России составляет менее половины от международного стандарта. Несмотря на это, российские пользователи продемонстрировали значительное взаимодействие, о чем свидетельствует 17% переходов по встроенным ссылкам и 20% вероятность перехода к следующей "Stories".

Также полученные результаты подчеркивают растущую важность формата "Stories" в формировании вовлеченности пользователей на цифровых медиа-платформах. Несмотря на то, что его популярность в российском контексте отстает от среднемирового показателя, обнадеживающие уровни взаимодействия с пользователями подчеркивают его потенциал как формата иммерсивного контента, способного трансформировать цифровой пользовательский опыт и способствовать лучшему потреблению контента.

### Рекомендации для будущих исследований

Это исследование открыло интригующие возможности для дальнейших исследований. Учитывая наблюдаемую вовлеченность в формат "Stories", было бы полезно более глубокое понимание поведения пользователей. Будущие исследования могли бы выяснить, почему

уровень потребления "Stories" в России значительно ниже среднемирового, и какие стратегии можно было бы использовать для повышения этого показателя. Кроме того, исследование могло бы углубиться в факторы, влияющие на решения пользователей переходить по ссылкам и их склонность продолжать просмотр сюжетных последовательностей. Понимание этих нюансов могло бы дать возможность веб-сайтам СМИ более эффективно адаптировать контент "Stories" и усовершенствовать свои стратегии взаимодействия с пользователями.

Это исследование в конечном счете подчеркивает растущую актуальность формата "Stories" в цифровых МЕДИА и его потенциал для изменения ландшафта потребления контента и вовлеченности пользователей, подтверждая необходимость его дальнейшего изучения в будущих исследованиях.

### Литература

1. Типы устройств в России. Яндекс Радар. 2023. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://radar.yandex.ru/device\\_categories?period=all&group=quarter&chart\\_type=line2](https://radar.yandex.ru/device_categories?period=all&group=quarter&chart_type=line2)
2. AMP помогает The Washington Post увеличить количество возвращающихся пользователей из мобильного поиска на 23%. 2016. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://amp.dev/success-stories/washingtonpost>
3. Воспользуйтесь возможностями мобильного Интернета с помощью доступного контента. 2019. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/1t373XXddVpiFUVm1BrsLccwZNDKJ9Gyo/preview>
4. Хочман Н., Манович Л., 2018. Истории как поток контента: трансформация стилей повествования в социальных сетях. [электронный ресурс]. URL: <http://manovich.net/index.php/projects/stories-as-streams> (дата обращения: 10.02.2024).
5. Бахши С., Шама Д.А., Гилберт Э., 2020. Влияние историй на вовлеченность веб-пользователей: эмпирическое исследование. Материалы конференции CHI 2020 по человеческому фактору в вычислительных системах. С. 1-12.
6. Янсен Б.Дж., Сон Дж., 2021 год. Ускорение работы мобильных страниц и влияние на пользовательский опыт. Обработка информации и управление ею, 58 (1), С.102397.

**NIKULIN Iurii Sergeevich**

head of search engine optimization,  
Department of information technology and the portal of the Mayor  
and the Government of Moscow mos.ru, Russia, Moscow

## RESEARCH OF A NEW STORIES FORMAT FOR MEDIA SITES

**Abstract.** *This paper presents an in-depth analysis of the 'Stories' format as a content delivery medium for media websites. Emerging from its initial implementation on social media platforms, 'Stories' has demonstrated substantial impact on user engagement, marking a pivotal shift in the digital landscape. However, its full potential within media websites remains relatively unexplored. This study addresses this gap, specifically focusing on the 'Web Stories' and 'AMP Stories' implementations.*

*We begin by outlining the concept of 'Stories', detailing its role in modern media platforms. A thorough review of relevant literature on the topic is conducted, including studies focusing on user engagement, narrative styles, and technical aspects such as the AMP technology. The research further involves a comparative analysis of successful 'Stories' use cases, notably The Washington Post, and provides insights from the author's personal research on Russian media websites.*

*Through the use of quantitative methodologies, the study discovers a lower 'Stories' completion rate in Russia compared to international averages, with an interesting pattern in the user's willingness to proceed to subsequent 'Stories'. The analysis leads to practical recommendations on optimizing the 'Stories' format for enhanced user engagement.*

*This research serves as a foundation for future investigations, emphasizing the significance of 'Stories' in the evolving landscape of digital media publishing, and the opportunities it offers for improving audience retention and content strategy.*

**Keywords:** *'stories' format, media websites, user engagement, content strategy, digital media publishing, web stories, amp stories, audience retention, user experience, comparative analysis.*

# Актуальные исследования

Международный научный журнал

2024 • № 7 (189)

Часть I

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

*Учредитель и издатель:* ООО «Агентство перспективных научных исследований»

*Адрес редакции:* 308000, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135

*Email:* [info@apni.ru](mailto:info@apni.ru)

*Сайт:* <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 20.02.2024г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40